r 260 C 3 2ex

ISBN 2-85653-006-0

MÉMOIRES
DU
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

Série C, Sciences de la terre

TOME XXXIII

Marcel E. DENAEYER

LE GLACIS DES VOLCANS ACTIFS AU NORD DU LAC KIVU (République du Zaïre)

PARIS
ÉDITIONS DU MUSÉUM
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (Vᵉ)

1975

Source MNHN, Paris

Source: MNHN, Paris

Nr 260 C

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Série C, Tome XXXIII

LE GLACIS DES VOLCANS ACTIFS AU NORD DU LAC KIVU

(REPUBLIQUE DU ZAÏRE)

par

Marcel E. DENAEYER
4, square de Biarritz, Bruxelles 1050.

Correspondant du Muséum national d'Histoire naturelle, Professeur honoraire de l'Université de Bruxelles, Membre de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer.

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION 5

PREMIÈRE PARTIE

GÉOMORPHOLOGIE

CHAPITRE I. — GÉOMORPHOLOGIE GÉNÉRALE ET TECTONIQUE 8
I.1. — Événements hydro-géologiques générateurs de la géomorphologie au Nord du lac Kivu. 9
I.2. — Tectonique occulte de la plaine de lave au Nord du lac Kivu 10

CHAPITRE II. — LES VOLCANS AU NORD DE LA ROUTE DU LAC 13
II.1. — Le Shove 13
II.2. — Le Nahimbi 13
II.3. — Le Rumoka 13
II.4. — Le Gituro-Muhuholi 14
II.5. — La chaîne du Rushayo 15
II.5.1. — Le Bushibu 15
II.5.2. — Le Kashaka 17
II.5.3. — Le Ndamukoro 18
II.5.4. — Cratère non dénommé 18
II.5.5. — Le Gatwe 19
II.5.6. — Le Nyabusa 19
II.5.7. — Le Nyabilehe 19
II.5.8. — Le massif du Rushayo-Kaboro 19

Source : MNHN, Paris

II.5.8.a. — Le Kaboro. 19
II.5.8.b. — Le Rushayo 20
II.5.9. — Le Mbati. 20
II.5.10. — Le Rutoke 20
II.5.11. — Le Bushenye 20
II.5.12. — Le Rubona 21
II.5.13. — Profil du glacis à la base des volcans de la chaîne du Rushyao 21
II.6. — Le Bugamba et le Muja. 21
II.6.1. — Le Bugamba. 21
II.6.2. — Le Muja 21
II.7. — Groupe du N'Dosho 22
II.7.1. — Le N'dosho 23
II.7.2. — Le Turunga 23
II.7.3. — Les Karunga 23

CHAPITRE III. — LES VOLCANS AU SUD DE LA ROUTE DU LAC 26

III.1. — Le Kituharu 26
III.2. — Le Nzuru 26
III.3. — Massif des Kabazana et du Kibiriga 28
III.3.1. — Le Kibiriga-Tshima 28
III.3.2. — Le Kabazana occidental 28
III.3.3. — Le Kabazana oriental 29
III.4. — Le Gubiro. 29
III.5. — Le « lac Vert » 29
III.6. — Le Kabutembo 30
III.7. — Le Bulengo 30
III.8. — Le Tshegera 31
III.9. — Kinyokoti 31
III.10. — Le Kirunga I 31
III.11. — Le Kirunga II 32
III.12. — Le massif Buymba-Rwinyunda-Nyabyunyu-Nyarutshiru 32
III.12.1. — Le Buymba-Rwinyunda-Nyabyunyu 32
III.12.2. — Le Nyarutshiru 33
III.13. — Le mont Goma 33

DEUXIÈME PARTIE

PÉTROGRAPHIE ET LITHOCHIMIE

CHAPITRE I. — LES LAVES RÉGIONALES 37

I.A. — Coulées historiques 37
I.A.1. — Coulée du Tshambene (1938-1940). 37
I.A.2. — Coulée du Nahimbi (1904-1905). 37
I.A.3. — Coulée du Mububoli (1948). 37
I.A.4. — Coulée du Rumoka (1912-1913) 38
I.A.5. — Coulée du Gituro (1948) 38

CONCLUSIONS. 39

Diagramme *k-cm* 39

TABLEAU I. — Analyses des laves des coulées historiques. 40

Compositions virtuelles 41
Paramètres magmatiques 41
I.B. — Coulées anciennes 39

Source : MNHN, Paris

I.B.1. — Coulées occidentales 39
I.B.1.a. — Laves régionales enveloppant la chaîne du Rushayo et aboutissant au lac 42
I.B.1.b. — Coulée du groupe du N'dosho. 44
I.B.1.c. — Laves régionales au Sud des coulées du Kameronze et du Buynga.... 44
I.B.1.d. — Coulée du Buynga 45
Tableau II. — Analyses des laves des coulées anciennes. 47
Compositions virtuelles 47
Paramètres magmatiques 47
Diagrammes Ls-Fs-Qs et *k-em* 46
Chapitre II. — LES VOLCANS AU NORD DE LA ROUTE. 48
II.1. — Chaîne du Rushayo. 48
II.1.a. — Le Kashaka 48
II.1.b. — Les rushayites de la chaîne du Rushayo 49
II.2. — Le Bugamba 50
II.3. — Le Muja 50
Tableau III. — Analyses des laves de la chaîne du Rushayo, du Bugamba et du Muja ... 51
Compositions virtuelles 51
Paramètres magmatiques 51
Chapitre III. — LES VOLCANS D'HYALOTUFS 52
III.1. — Le Kituharu (ou Kirutale)..... 53
III.2. — Le Nzuru..... 54
III.3. — Le Kibiriga-Tshima (ou Mihonga) 54
III.4. — Les Kabazana 55
III.5. — Le « lac Vert » 56
III.6. — Le Bushibu 61
III.7. — Le Kabutembo 61
III.8. — Le Bulengo..... 61
III.9. — Ile Tshegera..... 62
III.10. — Kyniokoti. 62
III.11. — Le Kirunga I 63
III.12.— Buymba-Rwynyunda-Nyabyunyu 63
III.13. — Le Nyarutshiru 64
III.14. — Le mont Goma 65
Tableau IV. — Analyses des hyalotufs..... 68
Compositions virtuelles 68
Paramètres magmatiques 68
CONCLUSIONS..... 67
Tableau V. — Analyses des enclaves, bombes et laves associées aux hyalotufs..... 69
V.1. — Nzuru, Kabazana, « Lac Vert » 69
Compositions virtuelles 69
Paramètres magmatiques..... 69
V.2. — « Lac Vert » (suite)..... 70
Compositions virtuelles 70
Paramètres magmatiques..... 70
V.3. — Bulengo, Tshegera, Kirunga I, Nyarutshiru 71
Compositions virtuelles 71
Paramètres magmatiques..... 71
V.4. — Mont Goma 72
Compositions virtuelles 72
Paramètres magmatiques 72
V.5. — Mont Goma (suite). 73

Source : MNHN, Paris

Compositions virtuelles 73
Paramètres magmatiques 73
CONCLUSIONS 74
Diagrammes Ls-Fs-Qs et *k-cm* 75
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES 76
BIBLIOGRAPHIE 77

Source MNHN, Paris

INTRODUCTION

Les deux volcans actifs du Kivu — le Nyamuragira et le Nyiragongo — sont incontestablement les mieux connus et les mieux étudiés des huit grands édifices qui constituent la chaîne des Virunga.

Cet énorme barrage de laves récentes, de 80 kilomètres de longueur, a comblé une partie du fossé tectonique de l'Afrique centrale, perturbant le réseau hydrographique préexistant et isolant — au plus tard au Gamblien — le lac Kivu, au Sud, du lac Édouard, au Nord.

L'édifice du Nyamuragira est le siège d'éruptions fréquentes, intra ou extracalédérales ; la dernière en date, s'est produite en mars et avril 1971 (A. Pouclet et M. Villeneuve, 1972 ; M.-E. Denaeyer, 1973). Depuis le début du siècle, on en compte, en moyenne, une tous les six ans. Ces éruptions ont donné lieu à la publication de nombreuses Notes et Mémoires, répertoriés par A. Meyer (1955), M.-E. Denaeyer (1961 et 1972) et M.-E. Denaeyer et collaborateurs (1965).

L'édifice du Nyiragongo n'a, de mémoire d'homme, manifesté aucune activité *extracaldérale*, bien que ses flancs soient garnis de nombreux cratères satellites et de grandes coulées, certainement récentes. En revanche, sa caldère centrale abrite un lac de lave en fusion permanente dont le niveau est variable, ce qui lui confère un intérêt exceptionnel. Le Nyiragongo a été étudié aussi complètement que possible sous l'impulsion de H. Tazieff, en 1958 et 1959, par deux missions d'exploration remarquablement organisées et équipées, du Centre national de Volcanologie, Belgique (C.N.V.). Ces missions étaient composées de spécialistes de diverses branches de la volcanologie et les résultats de leurs travaux ont été publiés, en grande partie, dans les Bulletins et Mémoires de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, ou ailleurs. Leur liste figure sur la couverture des publications du C.N.V. Plus récemment, pendant l'été 1972, H. Tazieff a dirigé à nouveau une expédition importante dans le cratère central du volcan ; enfin, A. Pouclet (1973 a) en a décrit les éruptions de juillet 1971 à avril 1972.

On comprend que l'intérêt des volcanologues se soit concentré sur l'activité temporaire ou permanente des deux grands volcans. Par contre, une grande partie du glacis formé par leurs coulées qui vont mourir dans le lac Kivu, de même que les petits appareils volcaniques qui les parsèment n'ont fait l'objet d'aucune étude d'ensemble, à l'exception du Rumoka (F. Delhaye, 1941), du Gituro (H. Tazieff, 1951), et des nombreuses coulées et appareils qui enveloppent le cône principal du Nyiragongo, au Sud et à l'Est (Th. G. Sahama et A. Meyer, 1958).

Toute la partie de ce glacis comprise entre les grandes coulées du Tshambene (1938-40) et du Muhuboli (1948), d'une part, et le mont Goma, d'autre part, n'était scientifiquement pas connue, il n'y a guère. J'en avais été frappé, en 1952, lors de la Mission géologique des Cités africaines (M.-E. Denaeyer et H. Hart, 1954) qui m'avait conduit à examiner, en vue de leur utilisation comme matériaux de construction, les tufs palagonitiques (byalotufs, voir plus loin), des cônes situés en bordure du lac Kivu, entre le détroit de Kateruzi (ou passe de Nzuru) et le mont Goma (fig. 1).

Je consacrai donc une partie de mes campagnes géologiques de 1954 et 1956 à l'étude de cette région. J'ai publié à son sujet une dizaine de Notes à objectifs limités (M.-E. Denaeyer et M.-E. Denaeyer et collaborateurs, 1954 et 1971). Elles est englobée d'autre part dans la carte volcanologique en couleur des Virunga, feuille n° 1, au 1 : 50 000, éditée par le C.N.V. (R. L. G. Thonnard et M.-E. Denaeyer, 1965). Cette carte reflète très sommairement, dans la région sous revue, l'ensemble de mes observations dont le détail fait l'objet du présent Mémoire.

Source : MNHN, Paris

Il me reste à préciser que l'étude du mont Goma avait été entreprise par feu A. MEYER, ingénieur du Service géologique du Congo belge, à Bukavu, et chef de la mission d'études volcanologiques de l'Institut des Parcs nationaux du Congo belge et du Rwanda-Burundi. Ses notes sont restées malheureusement à l'état d'ébauche et inachevées, suite aux événements de 1960. Madame MEYER les a déposées au Musée Royal de l'Afrique centrale (Tervuren). Celui-ci a bien voulu me les communiquer, avec son autorisation, pour en intégrer les données à la description du glacis des volcans actifs au Nord du lac Kivu. Ce travail a aussi été rendu possible grâce aux notes de service de A. MEYER et à mes anciennes observations personnelles.

Remarques au sujet de la prononciation de certaines lettres dans les langues bantoues et, plus spécialement, dans la langue véhiculaire, le Swahili, utilisées au Zaïre. Les noms propres écrits dans le texte le sont conformément à l'usage. On notera en particulier que :

u = ou
sh = ch
e n'est jamais muet et se prononce é ou è.
v se confond parfois avec b.
r se confond parfois avec l.
i a parfois un son compris entre e et i (Swahili ou Swaheli).
s est toujours dur.
g est toujours dur (Gituro, prononcer gui...).
ch = tsh.

Dans tout mot de plusieurs syllabes, l'accent tonique se place généralement sur la pénultième et *y* s'unit aux voyelles pour former une seule syllabe.

Source : MNHN, Paris

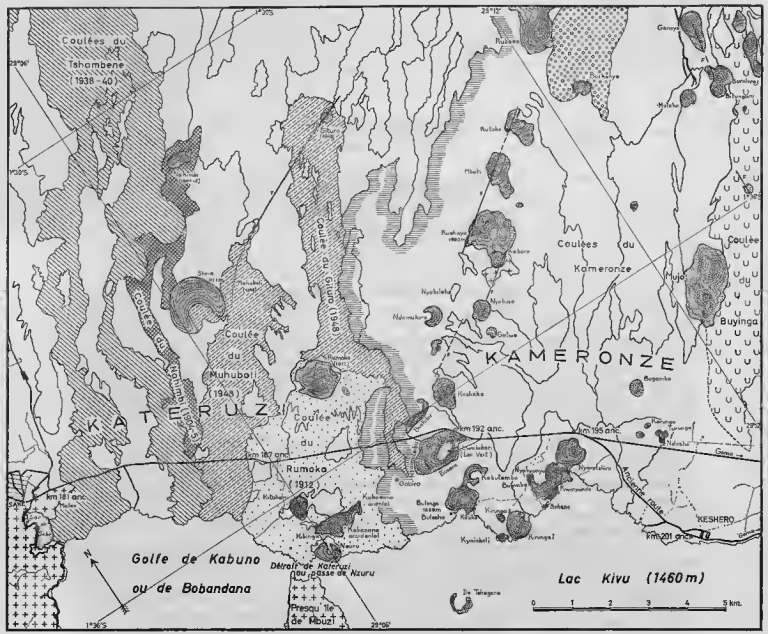


FIGURE 1. — Champ volcanique au nord du lac Kivu (d'après R. THONNARD et M. E. DENAEYER).

LÉGENDE

Coulées avec figuré : coulées datées ou récentes.

Coulées sans figuré ; coulées plus anciennes non datées, photo-interprétées.

Limites avec hachures horizontales : limites des domaines respectifs du Nyamuragira, à l'Ouest et du Nyiragongo, à l'Est.

Domaines pointillés : cônes volcaniques subaériens ou subaquatiques.

Croix : roches du socle précambrien.

F : fissures et failles ; en traits plein, certaines, en traits interrompus, probables.

Source : MNHN, Paris

PREMIÈRE PARTIE

GÉOMORPHOLOGIE

CHAPITRE I

GÉOMORPHOLOGIE GÉNÉRALE ET TECTONIQUE

Quand, venant de Sake, on se dirige vers Goma par la route asphaltée qui suit de fort près le tracé de l'ancienne route du lac, à l'altitude moyenne de 1 507 m (fig. 1), on traverse d'abord les grandes coulées cordées, disloquées en grandes dalles, de l'éruption de 1938-1940 (photo 1). Issues des appareils formant le Tshambene, dispositif adventif et satellite du Nyamuragira, elles se sont épanchées jusque dans le lac Kivu, obturant, en février 1940, la baie de Sake dont il ne subsiste qu'un petit lac (J. Verhoogen, 1948).

Immédiatement après, on rencontre la coulée de lave clastolithique du Muhuboli qui s'est, elle aussi, déversée dans le lac, en 1948 (H. Tazieff, 1951).

Mais, entre ces deux coulées, s'étend vers le Nord une bande boisée qui correspond à l'ancienne coulée du Nahimbi de 1904-1905. A hauteur de la borne kilométrique 184,400 [1], cette coulées est complètement étranglée et disparaît sous les deux précédentes et, en partie, sous les cendres de 1912 du Rumoka. La photo 2, prise à cet endroit, montre aussi l'état du peuplement végétal des laves du Tshambene, tel qu'il se présentait en 1952.

Après la traversée de la coulée du Muhuboli, on pénètre dans le champ de lave du Rumoka (F. Delhaye, 1941). Ces laves très scoriacées forment des cheires couvertes de lichens et portent une végétation basse ou arbustive (photo 3).

A partir de là, la route devient en quelque sorte l'axe des deux régions qui font l'objet de ce Mémoire : le *Kateruzi* et le *Kameronze*. Elle les partage en deux zones distinctes au point de vue volcanologique. Au Nord de la route se dressent des cônes subaériens, au Sud, des cônes d'hyalotufs (J. Honnorez, 1966, pp. 21-22) palagonitisés d'origine sous-lacustre [2]. Cette distribution ne souffre que peu d'exceptions.

Par contre, les grandes coulées dévalant des flancs des volcans actifs et de leurs satellites — coulées d'ailleurs difficiles à identifier dans le paysage à cause de la densité de la végétation qu'elles supportaient — enveloppent la plupart des cônes subaériens et subaquatiques précités. Sur leur carte

1. Les bornes kilométriques citées dans ce Mémoire correspondent invariablement à celles de l'ancienne route existant à l'époque de mes levés. Elles sont reportées en partie sur la figure 1.

2. J'adopte ce néologisme, créé par J. Honnorez pour distinguer sans ambiguité les tufs vitreux sous-aquatiques résultant d'une activité explosive et non de la fragmentation de l'écorce des laves en coussins, fragmentation à laquelle A. Rittmann (1958) a réservé le nom d' « hyaloclastites ». Ce qui ne signifie pas, pour autant, que les « hyalotufs » ne soient pas eux-mêmes des verres éclatés, accompagnés d'une foule de débris « clastiques ». Voir aussi, à ce sujet H. Tazieff (1968) et H. Tazieff et collab. (1969).

Source : MNHN, Paris

de 1965, R. Thonnard et M.-E. Denaeyer ont tenté de dessiner les contours de ces anciennes coulées en interprétant les aéropbotograpbies réalisées par le ci-devant Institut géographique du Congo belge. Plus elles sont vieilles, plus elles sont envabies par la végétation et plus elle deviennent claires sur les photograpbies ; plus aussi leurs contours s'estompent. La figure 1 extraite de cette carte ne fait qu'indiquer le contour supposé de ces coulées, sans distinguer leur âge relatif probable, comme nous avons essayé de le faire sur notre carte originale en couleur.

I.1. — Événements hydro-géologiques générateurs de la géomorphologie au Nord du lac Kivu.

La morpbologie et l'hydrograpbie du Kivu résultent essentiellement de la formation des fossés tectoniques qui ont balafré le faîte de la méga-ondation de l'Afrique orientale.

Antérieurement à l'édification des Virunga, le réseau fluvial de la région centrale du Kivu, actuellement noyée sous les eaux du lac, se dirigeait vers le Nord. Il alimentait la cuvette du lac Édouard et, dès le début du Kagérien, ce lac formait, avec le lac Albert, une seule nappe lacustre en liaison probable avec le Nil.

Le barrage progressif du fossé tectonique du Kivu par les coulées volcaniques des Virunga a vraisemblablement débuté à la fin du Pliocène et s'est poursuivi pendant tout le Pleistocène, jusqu'à l'époque actuelle. Mais il est difficile de préciser le moment à partir duquel ce barrage a complètement bloqué l'écoulement des rivières vers le Nord et séparé définitivement le bassin du Kivu de celui du lac Édouard. La rivière Mulindi qui court au pied de l'escarpement du Tongo et des monts Kirumba (monts Kasali) semble être le dernier vestige, au Nord des Virunga, de l'ancien réseau bydrograpbique du Kivu.

Toujours est-il que la montée des eaux du lac a atteint un niveau beaucoup plus élevé que le niveau actuel (1 460 m). Il a été estimé par F. Delhaye (1941) à 1 650 m. Cette cote est voisine de l'altitude (1 580 à 1 650 m) de plusieurs des volcans sous-lacustres formés d'hyalotufs de la rive nord du lac Kivu.

D'autre part, le seuil de Panzi, au Sud du lac, comprend des couches lacustres jusqu'à l'altitude de 1 600 m ou plus (L. Cahen, 1954, pp. 348-9 ; F. Corin et M. Sluys, 1956). Il est donc évident que des volcans sous-lacustres ont pu s'édifier pendant la crue du lac, dès lors privé d'exutoire, jusqu'au moment où il déborda ou fut capturé à la bauteur de ce seuil par la haute Rusizi ; la ponction ainsi opérée rattacha désormais le lac Kivu au bassin du Lualaba-Zaïre par l'intermédiaire du Tanganika et de la Lukuga. Le plan d'eau du lac s'abaissa donc progressivement jusqu'à son niveau actuel de 1 460 m, cote d'étiage maintenue à peu prés constante par le débit de l'effluant rusizien.

Les anciens volcans sous-lacustres émergèrent alors entièrement — ou partiellement, comme le prouve l'île Tshegera — et peut-être en existe-t-il encore sous les eaux du lac. Les falaises d'érosion de plusieurs de ces volcans, observables en bordure du lac, constituent le témoignage de cette émersion progressive.

L'activité volcanique se poursuivant pendant et après le retrait des eaux, nombre de cônes subaériens formés de laves, de scories et de cendres, se sont édifiés sur le glacis des volcans actifs. Certains d'entre-eux, comme le Turunga et le Ndosho, se maintiennent au-dessous de la cote de 1 650 m, ce qui démontre que les eaux s'étaient déjà retirées au moment de leur activité.

D'autre part, les grandes coulées du Nyamuragira et du Nyiragongo, jusqu'aux plus récentes, ont déferlé et atteint le lac en modifiant son rivage. Elles ont enveloppé partiellement (ou parfois même recouvert totalement) volcans subaériens et volcans sous-aquatiques et pénétré éventuellement dans les cratères égueulés de ces derniers, parmi lesquels on peut citer le Kabazana envahi par les laves du Rumoka (M.-E. Denaeyer, 1954).

Tous ces volcans apparaissent maintenant comme des récifs ou des îlôts au milieu d'un océan de laves récentes. Il existe même des volcans mixtes, formés partiellement d'byalotufs dans un premier temps, et partiellement de laves ou de scories subaériennes dans un deuxième temps. Témoins, le Kashaka et le mont Goma.

Source : MNHN, Paris

C'est naturellement en bordure du lac que les anciens volcans sous-lacustres sont les plus nombreux et les mieux conservés. Mais, inversement, on peut parfois observer — par exemple au fond du cratère du « Lac Vert » et sous les hyalotufs de ce volcan — de très anciennes couches de lave épanchées sans doute avant la crue du lac, c'est-à-dire à une époque où l'écoulement des eaux du Kivu vers le Nord n'était pas encore bloqué.

Le trait dominant de l'ensemble formé par la ligne de rivage du lac et les alignements de cratères subaériens ou sous-lacustres est leur disposition grossièrement orthogonale (M.-E. DENAEYER, 1954), (figure 1). Le rivage court en direction générale Nord Ouest-Sud Est, tandis que les volcans du glacis forment des alignements sensiblement Sud Ouest-Nord Est. Cette dernière direction est également celle de la presqu'île du Mbuzi. Celle-ci est, selon toute probabilité, liée au système des failles radiales du fossé tectonique, comme nous le verrons dans le paragraphe suivant.

Par contre, la direction de la côte est sensiblement parallèle aux courbes de niveau et serait donc déterminée par le front des nappes de laves issues des deux grands volcans actifs et de leurs satellites, sans préjudice de leurs portions immergées. Mais cette direction générale Nord Ouest-Sud Est de la côte est affectée de deux rentrants importants : l'un au droit du volcan Bulengo et l'autre, au droit du groupe formé par le Rwynyunda et le Nyarutshiru. Ces reliefs ont constitué des obstacles à la progression des grandes coulées récentes. Celles-ci les ont contournés et les ont débordés vers le lac.

I.2. — Tectonique occulte de la plaine de lave au nord du lac Kivu.

L'alignement des cratères suivant des directions plus ou moins parallèles et approximativement Sud Ouest-Nord Est est remarquable. Ces alignements jalonnent parfois des fissures ou des ressauts du champ de lave. A l'Est des régions sous revue, ces directions deviennent sensiblement Nord-Sud, dans le prolongement de la côte orientale du lac Kivu.

En 1955, j'ai publié un premier essai dans lequel je comparais la tectonique radiale du socle précambrien au voisinage immédiat du champ volcanique, aux divers alignements de cratères et je concluais :

1. — que « les lignes directrices du volcanisme dans les Virunga semblent être réellement dirigées en grande partie par la tectonique du socle » ;

2. — que « les lignes les plus remarquables et les plus constantes, de direction SW-NE à WSW-ENE prennent en écharpe la direction générale du fossé principal » ;

3. — qu' « une tectonique en mosaïque très accusée aurait créé des conditions privilégiées favorisant ... l'épanchement d'énormes masses de laves » et

4. — que « des circonstances analogues se rencontrent également... au Sud du lac Kivu, aux points d'intersection des deux branches du fossé tectonique centre-africain », à l'endroit des grands épanchements basaltiques de la région de Bukavu, c'est-à-dire à l'intersection du fossé de la Luhoho-Rusizi de direction NW-SE et du fossé du Kivu, de direction NE-SW.

Un début de confirmation des première et troisième propositions a été fourni par les opérations gravimétriques de la campagne d'exploration de la région des volcans actifs par le Centre national de Volcanologie, en 1959 (P. EVRARD et L. JONES, 1962).

Un des levés de cette mission a été effectué entre Sake et Goma, le long de la route côtière, pratiquement horizontale et dont l'altitude moyenne est de 1 507 m.

En faisant des hypothèses sur la densité des laves, d'une part, et sur celle des roches du socle, de l'autre, la courbe d'anomalie calculée épouse bien la courbe d'anomalies de Bouguer observée. Le profil gravimétrique semble alors montrer l'existence d'une succession de « horsts » et de « grabens » dont EVRARD et JONES ont proposé un modèle (figure 2).

J'ai discuté ces résultats (M.-E. DENAEYER, 1965 b) et montré :

1° que les droites projetantes des flancs des « horsts » et des « grabens » du modèle au droit de la route « intersectent bien les directions des alignements volcaniques », et

Source : MNHN, Paris

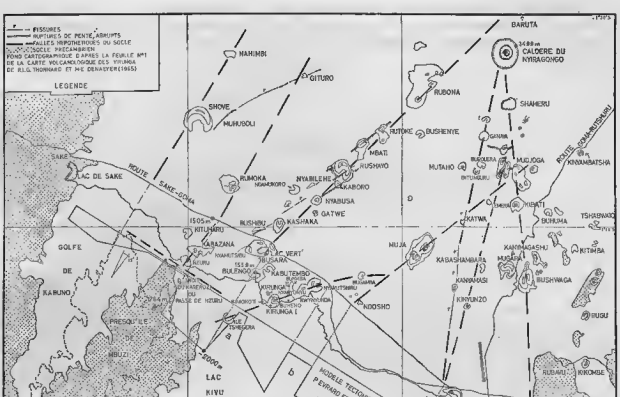


FIGURE 2.

2° que le « horst » occulte de Sake se place exactement dans le prolongement du « horst » cristallin basculé que constitue la presqu'île de Mbuzi, *à condition* d'admettre que celle-ci a pivoté ultérieurement d'une quinzaine de degrés vers l'Est, hypothèse nullement incompatible avec les effets d'une tectonique cassante.

Un corollaire à cette hypothèse de la rotation serait l'existence d'une faille cisaillant transversalement le « horst » de Mbuzi-Sake, parallèlement à la côte Nord du lac et passant par le détroit de Kateruzi. Une telle faille expliquerait à la fois : 1° la rotation de la presqu'île de sa position primitive vers sa position actuelle et 2° l'ennoyage du « horst » de Sake par rapport à celui de Mbuzi, sous la plaine de lave, au Nord du lac.

La figure 2, reproduite de ma Note de 1965 (a), place en parallèle le modèle de la tectonique profonde de P. EVRARD et L. JONES et la distribution des cratères du glacis des volcans actifs. Elle montre aussi la rotation de la presqu'île de Mbuzi. Celle-ci se serait, en somme, détachée du flanc du fossé principal pour participer à l'allure générale « en dents de scie » du bord occidental du fossé tectonique du Kivu (A. MEYER, 1953, p. 242).

Bien entendu, comme le font remarquer EVRARD et JONES, il serait « indispensable de disposer d'un réseau gravimétrique serré pour pouvoir tracer des courbes d'égale anomalie et étudier par le calcul de plus nombreux profils ». Et j'ajouterai : pour démontrer complètement que les accidents volcaniques de surface correspondent bien à l'allure de la tectonique profonde.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons maintenant, sous réserve de ce qui précède, proposer une explication raisonnable des alignements volcaniques qui se succèdent d'Ouest en Est, en liaison avec la tectonique du socle cristallin, comme le montre la figure 2.

Source : MNHN, Paris

Nous verrons cependant que la pétrographie peut — par exemple dans le cas de la chaîne du Rushayo — nous fournir un argument supplémentaire pour penser que celle-ci s'est édifiée sur une faille profonde, la plus profonde probablement de toutes celles que l'on peut déduire du modèle d'Evrarn et Jones.

Source MNHN, Paris

CHAPITRE II

LES VOLCANS AU NORD DE LA ROUTE DU LAC

Nous les décrirons d'Ouest en Est.

II.1 — Le Shove.

Le premier appareil éruptif qui se présente à nous, à environ 3 ½ km au droit de la route, est le gros cône du Shove dont le sommet atteint 1 762 m. D'un diamètre d'environ 1 ½ km, il est en forme de croissant régulier, largement égueulé au Sud. Son cratère est envahi par la coulée récente (1948) du Mububoli. Sa ou ses coulées propres n'apparaissent pas dans le paysage. Il n'existe aucun témoignage de l'éruption du Shove et la nature même de ses laves n'est pas connue.

II.2. — Le Nahimbi.

A 3 km au N.N-E du Shove se situe le volcan Nahimbi dont l'éruption a eu lieu de 1904 à 1905. A. Delhaye (1941) a donné une description succinte de ce volcan. C'est un cône de matériaux pyroclastiques s'élevant à une quarantaine de mètres au-dessus de la plaine de lave. Il est égueulé jusqu'au niveau inférieur de son cratère sur plus du tiers de sa périphérie. Son flanc Nord est régulier et sa corne occidentale est fortement crevassée. Une coulée de lave (limburgite) a franchi en cascade la base du cône sur deux gradins, avant d'atteindre le niveau de la plaine de lave. Cette coulée assez étroite s'est dirigée vers le Sud-Est puis au Sud. A 2 ½ km de l'origine et à l'Est, un bras s'en est détaché et est allé buter contre le cône du Shove. Une coulée du Tshambene a recouvert la coulée du Nabimbi dans son segment Nord, puis dans son segment Sud, avant de se déverser dans le lac. D'autre part, la coulée du Muhuboli de 1948 a, elle aussi, empiété sur la coulée du Nabimbi jusqu'à se joindre à celle du Tsbambene. Ainsi donc, la coulée du Nahimbi a-t-elle été étranglée à hauteur même de la route, au km 185,400 (photo 2).

II.3. — Le Rumoka.

L'appareil d'où sont issues, du 3 décembre 1912 à fin mars 1913 les coulées du Rumoka, se trouve tout à proximité de la route, au droit du km 188 (photo 4).

L'éruption de ce volcan a eu pour témoin le R. P. de Pélichy. Celui-ci en a noté scrupuleusement les circonstances et ce sont ses notes que F. Delhaye a résumées dans sa lecture de 1941 sur « Les volcans au Nord du lac Kivu » devant l'Institut royal colonial belge (p. 436 à 443). Lors de sa visite, en 1922, Delhaye avait donné au Rumoka le nom de « volcan Lacroix », appellation qui n'a pas été retenue dans la littérature géologique. Mais il nous en a donné, dans la même lecture, une description très complète.

Source : MNHN, Paris

Rappelons seulement que le Rumoka est constitué par un cône très surbaissé de section elliptique limité, à 90 m au-dessus de sa base, par un plateau dans lequel s'ouvrent deux grands cratères : le cratère accidental correspond à une fente d'environ 200 m de largeur et de direction N 50° W ; il est largement égueulé vers le Nord-Ouest ; le cratère oriental est circulaire à parois verticales ; il a environ 400 m de diamètre et 125 m de profondeur. Le plateau qui s'étend au Sud de ces deux cratères a plus ou moins 700 m de largeur ; il se prolonge vers l'Est où s'élève un petit cône de scories. Il est haché de fentes parfois très larges, de direction Nord-Ouest ou bien Ouest-Sud-Ouest. En 1922, le volcan était encore en pleine phase solfatarienne.

Ses laves, largement étalées et cahotiques, reposent sur d'anciennes coulées de lave cordée du Nyamuragira ; elles ont contourné de nombreux petits reliefs volcaniques constitués par d'anciens cônes de scories. Au bord du lac, elles forment un promontoire à l'Ouest du volcan Nzuru.

Delhaye nous a laissé du Rumoka un schéma inédit très suggestif dont l'original se trouve dans les archives du Musée Royal de l'Afrique centrale (Tervuren). Ce dernier nous a aimablement autorisé à le reproduire ici (figure 3).

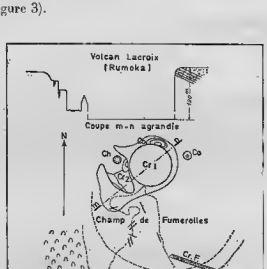


Fig. 3. — Schéma du volcan Rumoka et coupe, d'après F. Delhaye (1922).

Un fait important à noter est la recrudescence d'activité qui s'est manifesté dans la caldère du Nyamuragira avec un paroxyme explosif le 15 février 1913, pendant l'éruption du Rumoka. Il aurait donc existé, d'après Delhaye, une relation entre l'activité du volcan majeur, de type hawaïen et celle du Rumoka, de type strombolien, en dépit de différences magmatologiques certaines entre les produits des deux volcans.

II.4. — Le Gituro-Muhuboli.

Le 1er mars 1948, dix-neuf heures après un fort tremblement de terre déterminé par l'ouverture d'une fracture W 30° S, longue d'environ 6 km et large de moins de 3 m, deux centres d'activité : le Gituro et le Muhuboli, s'établissaient respectivement à ses extrémités Nord et Sud. La lave fit éruption vers 3 h du matin (fig. 1). Peu de jours après, H. Tazieff (1951) suivit le cours des événements et les décrivit en détail.

Source : MNHN, Paris

Aux environs du lieu-dit Muhuboli, des torrents de lave très fluide furent émis par la fissure pendant dix semaines. Des explosions gazeuses très faibles déterminèrent la formation de cônelets de déjections pâteuses (« spatter cones »). La coulée de lave se dirigeant au Sud-Ouest, coupa la route côtière sur près de 1 ½ km, puis alla se déverser dans le lac. Plus au Nord, une langue de lave envahit complètement le cratère du Shove.

A l'autre extrémité de la fissure, entre les lieux-dits Gituro et Nyefunzi, l'éruption fut violente, à la fois effusive et explosive. En dix jours s'édifia un cône de cendres d'environ 50 m de hauteur et d'un volume approximatif de 1 000 000 de m³, tandis que les lapilli projetés sur plusieurs kilomètres carrés autour du volcan représentent environ 8 000 000 de m³. A cette violence initiale succéda une activité plus modérée jusqu'à la mi-avril et l'arrêt total de la coulée eut lieu vers le 8 mai. Après une reprise de coulées à faible débit et de dégagements gazeux assez violents par des évents adventifs, l'activité du cratère central diminua peu à peu et, vers la mi-juillet, le volcan entrait dans la phase fumerollienne. La grande coulée issue du Gituro, à peu près de même volume que celle du Muhuboli, « progressa dans la même direction générale que celle-ci, contourna le Rumoka et, déviant au Sud-Est, puis au Sud, coupa la route sur 200 m et alla mourir au pied Ouest du « Lac Vert » (Nyamutsibu).

II.5. — La chaîne du Rushayo.

Quand on a dépassé la coulée de lave du Gituro (1948) on voit s'amorcer — à peu près à la hauteur des km 191 et 192 — une longue chaîne de volcans (fig. 1 et 2) qui jalonnent une série de fractures orientées de N 30° à 40° E, visibles sur les aérophotos (faille du Rushayo).

Cette chaîne débute en réalité par les volcans sous-lacustres du « Lac Vert » et du Bushibu et se prolonge jusqu'au massif du Rubona situé au pied SW du Nyiragongo. Elle mesure donc environ 14 kilomètres de longueur. Si elle constitue bien une dépendance du Nyiragongo, elle s'en distingue cependant par la nature de plusieurs de ses laves — les rushayites — qui lui sont particulières et donc nous verrons plus loin (2e partie) la signification.

Les volcans en question sont enveloppés par de grandes coulées plus récentes du Nyiragongo et la plupart d'entre eux n'en émergent que par la partie supérieure de leur cône. La figure 4 ci-contre donne une idée assez précise de la topographie de la chaîne qui comprend, outre le « Lac Vert » et le Bushibu — volcans d'hyalotufs — le Kashaka — volcan mixte —, le Ndamukoro, le Gatwe, le Nyabusa, le Kaboro et le Rushayo, le Mbati, le Rutoke et le Rubona.

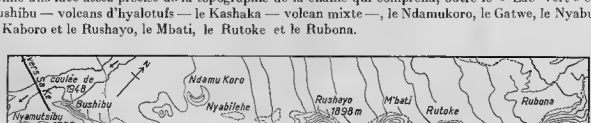


Figure 4. — Chaîne volcanique du Rushayo, d'après R. L. G. Thonnard.

La figure 5 donne une idée du relief de quelques cônes principaux : le Rushayo, le Kaboro et le Nyabusa, ainsi que la silhouette du Muja, volcan assez important qui sera étudié plus loin.

II.5.1. — *Le Bushibu.*

Le Bushibu est situé au droit du km 191 et en face de la corne occidentale du « Lac Vert ». Il se réduit à une crête en arc de cercle très ouvert et est largement égueulé au Sud-Est. Cette crête, formée d'un tuf gris recouvert de cendre, ne domine que d'une quarantaine de mètres le fond du cra-

Source : MNHN, Paris

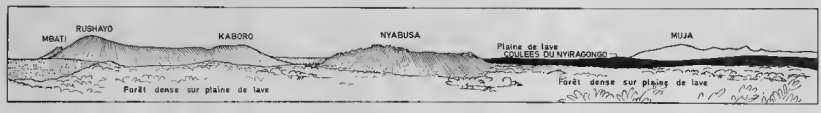


FIGURE 5. — Volcans de la chaîne du Rushayo et le Muja, vus du sommet du Ndamukaro.

Source : MNHN, Paris

tère (1 480 m, photo 5). Celui-ci est tapissé de lave cordée plus récente (leucite-néphélinite) affectée d'un petit abrupt de direction SW-NE.

Contre l'extrémité Nord-Est de la crête surélevée d'une dizaine de mètres, s'appuient des laves celluleuses (mélilitites) qui forment deux petits cônes jumelés (fig. 6).

FIGURE 6. — Le Bushibu et deux cônes adventifs, vus du sommet du Kashaka.

II.5.2. — *Le Kashaka.*

Le Kashaka (photo 6) est un volcan complexe dont le cône principal est flanqué de petits cratères latéraux à l'Ouest (fig. 7) et se superpose aux débris d'un ancien volcan sous-lacustre.

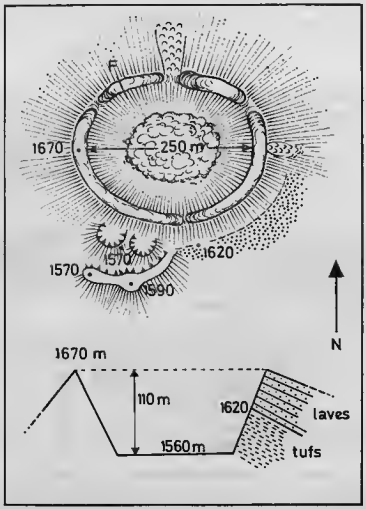


FIGURE 7. — Cône principal et cratères adventifs du Kashaka ; coupe synthétique de ce dernier.

Source : MNHN, Paris

Il se dresse immédiatement à l'Est du Bushibu. Son sommet atteint 1 670 m. Il est couronné par un cratère elliptique à circulaire, très boisé, dont le grand axe mesure environ 250 m, d'Ouest en Est. Son bord Nord est affecté de deux ensellures. Celle qui s'ouvre exactement au Nord est très échancrée (voir figure panoramique 4) et il s'en échappe une petite coulée qui semble recouvrir la plaine de lave formée par les grandes coulées régionales. Une autre ensellure, plus petite, existe au NE et, exactement à l'Est, on observe encore une deuxième coulée minuscule, sans rapport avec l'ensellure précitée. Une quatrième dépression du bord du cratère existe sur son bord Sud.

Toute la partie supérieure du cône est formée de coucbes de laves scoriacées (ankaratrites sodi-potassiques, niligongites) et de bombes en bouse de vache, souvent rubéfiées.

Les deux petits cratères qui flanquent au Sud-Sud-Ouest le cône principal en contrebas, à l'altitude de 1 570 m environ, et une crête semicirculaire de scories et de cendres qui les enveloppe au Sud, sont formés de laves analogues.

Mais la particularité la plus importante du Kashaka est l'apparition, à la côte 1 620 m, et à l'extrémité orientale de la crête précitée, sur le flanc Sud du volcan, d'hyalotufs très altérés, riches en enclaves de laves et recouverts de bombes, de scories et de cendres. Cette occurence implique que *le Kashaka a été jadis un volcan sous-lacustre auquel s'est superposé par la suite un volcan subaérien.* L'altitude à laquelle apparaissent les tufs est celle-là même atteinte ou dépassée par deux autres volcans sous-lacustres : le Nyarutshiru et le Nyamutsibu (« Lac Vert ») dont il sera question par la suite.

Une autre conséquence qui semble résulter des petits épanchements de laves recouvrant, au Nord et à l'Est du cône principal, les laves régionales, est que l'éruption subaérienne du Kashaka serait relativement très récente.

II.5.3. — *Le Ndamukoro.*

Le Ndamukoro, situé à 2 km au Nord-Nord-Est du Kashaka, est un cône de scories vitreuses (rushayites ?) à pentes assez raides (45 à 50°) et d'une quarantaine de mètres de hauteur (base 1 610 m, sommet 1 650 m). Il a une forme en croissant régulier largement égueulé à l'Ouest-Nord-Ouest. Dans son cratère débouche une cheminée à parois verticales d'environ 50 m de profondeur. Une fissure radiale fend le cône au Nord-Est.

II.5.4.— *Cratère non dénommé.*

Entre le Kasbaka et le Ndamukoro (fig. 8), s'élève une boursouflure grossièrement elliptique de scories. D'une dizaine de mètres de hauteur (base à 1 580 m) elle est allongée sensiblement dans le sens Ouest-Est, sur environ 50 mètres. La partie occidentale est creusée d'un petit cratère de 10 à 20 mètres de profondeur ; il est légèrement égueulé vers l'Ouest. A son extrémité orientale s'ouvre un petit puits à parois garnies de lave stalactitique.

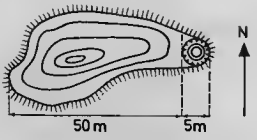


FIGURE 8. — Hornito entre le Kashaka et le Ndamukoro.

Il ne s'agit pas ici d'un volcan proprement dit, mais plutôt d'une intumescence assez volumineuse (« hornito ») de la grande coulée de lave dévalant du Nyiragongo. Les « hornitos » y sont fréquents ;

Source : MNHN, Paris

il en existe deux aux Nord du Kashaka et plusieurs autres entre le Ndamukoro et le Nyabusa. La photo 7 montre un hornito de scories situé sur la piste de Buheno au Rushayo, à vingt minutes de marche, au Nord de la route. Son cratère de 2 m de diamètre a une profondeur d'environ 10 m.

II.5.5. — *Le Gatwe.*

A un kilomètre et demi au Sud-Est du Ndamukoro, s'ouvre le petit cratère circulaire du Gatwe de 70 à 80 m de diamètre. A peine égueulé au Sud-Ouest et haut d'une quinzaine de mètre (base 1 585 m, sommet 1 600 m), son cratère a une trentaine de mètres de profondeur. A son sommet affleurent des bancs d'un tuf grossier formé de lapilli scoriacés cimentés par du calcin. Au fond du cratère, le tuf est fin, dur et riche en cristaux d'olivine verte. L'un et l'autre tufs sont truffés de gros blocs de lave enclavés, également riches en olivine (rushayite typique).

II.5.6. — *Le Nyabusa.*

A environ 500 mètres au Nord du Gatwe et à la côte 1 635 se dresse le Nyabusa. C'est un cône de cendres et de gros lapilli agglomérés à enduit de calcin (fig. 9). Au sommet (1 700 m) s'ouvre un grand cratère évasé en forme de coupe, légèrement elliptique et égueulé au Nord-Ouest. Son diamètre est d'environ 300 à 400 m. Mais au fond de ce cratère et à une profondeur de plus ou moins 50 mètres, débouche une cheminée cylindrique d'une centaine de mètres de diamètre. Sur les parois de cette cheminée affleurent des couches de lave dure, stratifiée, riche en olivine (rushayite).

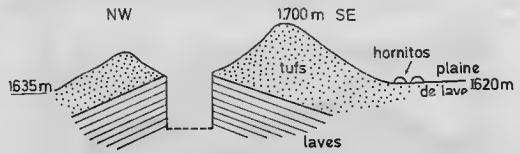


FIGURE 9. — Coupe du Nyabusa.

Au pied Sud-Est du Nyabusa, dans la plaine de lave, se dressent deux cônelets de scories (mélilite leucitique et néphélinique) dont des éclaboussures ont été projetées sur le flanc du Nyabusa. Il s'agit encore de deux autres « hornitos ».

II.5.7. — *Le Nyabilehe.*

Sur le côté Nord-Ouest du triangle formé par le Ndamukoro, le Nyabusa et le massif du Rushayo, existent deux crêtes boisées dont l'une, le Nyabilehe (1 680 m) orientée Sud Ouest-Nord Est et longue de 2 à 300 m, ne montre en affleurement qu'un banc de scories lâchement agglomérées et fortement rubéfiées. Il s'agit encore une fois d'intumescences des laves régionales. La base du Nyabilehe est à la cote 1 655.

II.5.8. — *Le massif du Rushayo-Kaboro.*

Il s'agit de deux appareils distincts mais réunis par une crête ensellée et formant ensemble un gros massif (voir fig. 4). L'axe passant par les cratères des deux volcans est orienté Nord-Sud.

II.5.8.a. — *Le Kaboro.*

Le Kaboro pris indépendamment, possède un double cratère. Le cratère Nord, dont le bord sommital est à la cote 1 735 et la base à 1 665, est assez grand et régulier. Il se relie à celui du Sud, plus petit, par une ensellure. Ce dernier cratère se prolonge au Sud par une espèce de gorge étroite (fig. 10). Le cône

Source : MNHN, Paris

de ce volcan est fait de cendre grossière à enduit de calcin. Son flanc Nord-Est est couvert de cendre fine et de bombes ovoïdes de la grosseur du poing. Mais, au sommet, apparaissent des blocs de lave (rushayites).

FIGURE 10. — Cratère du Kaboro.

Chose digne d'intérêt, sur son rebord Sud-Est affleure le socle cristallin : il s'agit d'une roche rubéfiée ou cuite par la lave, où l'on distingue des grains de quartz roulés et des paillettes de muscovite. Cette roche semble se développer sur tout le bord Est du Kaboro et se prolonger plus au Sud, de part et d'autre d'un ressaut ou d'une faille.

II.5.8.b. — *Le Rushayo.*

Le Rushayo est un gros volcan qui mesure environ 1 400 m de large à la base (altitude 1 665 m) et culmine à 1 892 m. Il est largement égueulé au Sud (photo 8). L'épaisse végétation dont il est recouvert ne permet de voir que des laves scoriacées (leucitenéphélinites) et leur revêtement de cendres. Son cratère peut avoir environ 350 à 400 m d'ouverture et une profondeur de 150 à 200 m. Il se relie par sa corne Ouest au Kaboro. Sa corne orientale renferme des bombes de rushayite et des scories.

Du sommet du Rushayo, on a une bonne vue des trois volcans suivants : le Mbati, le Rutoke et le Rubona (fig. 11).

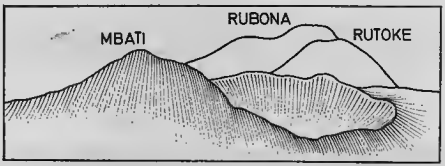


FIGURE 11. — Le Mbati, le Rutoka et le Rubona, vus du Rushayo.

II.5.9. — *Le Mbati.*

Le Mbati, à 700 m au Nord-Est du Rushayo, est un volcan où seuls affleurent, dans une végétation très dense, quelques débris de lave scoriacée (ankaratrite mélilitique) et des cendres. Il est largement égueulé au Sud-Sud-Est. Base à 1 790 m, sommet à 1 870 m.

II.5.10. — *Le Rutoke.*

Le Rutoke, fort semblable au Mbati et allongé dans le sens NNW-SSE, mais égueulé à l'Est dans sa moitié Nord, a fourni une rushayite scoriacée. Base à 1 870 m, sommet à 1 940 m ou plus.

II.5.11. — *Le Bushenye.*

Le Bushenye est un volcan en croissant très régulier, égueulé au Sud-Ouest. Altitude approximative 2 000 m. Il est un peu à l'écart de la chaîne et ne paraît pas en rapport avec une faille comme les précédents. On ne connaît pas la nature de ses laves.

Source : MNHN, Paris

II.5.12. — *Le Rubona.*

Le Rubona est le volcan le plus volumineux et le plus complexe de la chaîne du Rushayo. Il est distant de 1 500 m du Mbati et s'étend sur 2 500 m du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est. Il se développe au pied au Nyiragongo. Au Sud, sa base est à la cote d'environ 2 050 m et, au Nord, d'environ 2 250 à 2 300 m. Il est formé, au Sud, d'un grand cône égueulé au Nord-Nord-Est, puis, dans sa partie Nord, d'un vaste appareil largement égueulé à l'Est et compliqué de cratères accessoires. Les pentes Sud du Rubona ont également livré des rushayites.

II.5.13. — *Profil du glacis à la base des volcans de la chaîne du Rushayo.*

La fig. 12 visualise la pente des grandes coulées régionales d'où émergent les volcans de la chaîne du Rushayo. Sauf peut être, et partiellement, dans le cas du Kashaka, ces coulées enveloppent les cônes de la chaîne. Leur pente s'accentue à mesure que l'on approche du grand cône du Nyiragongo. Dans ce schéma, on a fait abstraction des intumescences de ces coulées (Nyabilebe, etc...). On notera, d'autre part, que toute la chaîne est recouverte d'un manteau de cendres d'épaisseur variable, comme les grandes coulées elles-mêmes. Les sources de ces cendres sont évidemment fort diverses. Enfin, les hauteurs des cônes volcaniques émergeants sont portées sur le diagramme à titre indicatif.

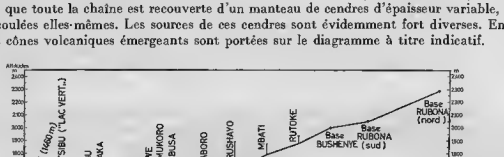


Figure 12. — Profil du glacis à la base des volcans de la chaine du Rushayo.

II.6. — Le Bugamba et le Muja.

II.6.1. — *Le Bugamba.*

Distant de 1 800 m environ de la route, le Bugamba est situé vraisemblablement sur la terminaison d'une faille qui recoupe en sifflet les autres directions et le long de laquelle s'échelonnent, au Sud de la route, l'île Tshegera, le Kirunga, le Nyabyunyu et le Nyarutshiru (voir fig. 2). Le Bugamba est un petit volcan peu élevé (base à 1 580 m, sommet 1 620 m) à pente faible, parfaitement circulaire et couronné par un cratère d'environ 300 m de diamètre, légèrement ensellé au Sud-Est (photo 9). Il est formé de laves scoriacées (ankaratrite basanitique mélilitique) et de lapilli faiblement agglomérés par du calcin. Les laves régionales semblent avoir déferlé quelque peu sur le Bugamba.

II.6.2. — *Le Muja* (ou Musha, ou Mutsa).

Il s'agit (photo 9) d'un gros massif assez complexe, allongé dans l'ensemble du Nord-Est au Sud-Est et mesurant 2 kilomètres dans cette direction. En fait, il se compose de deux vastes cratères jumelés dont les directions d'allongement sont un peu différentes : le cratère Nord est bien orienté

Source : MNHN, Paris

Nord Est-Sud Ouest, mais le cratère Sud est orienté Nord Nord-Est-Sud Sud-Ouest. Ils sont tous les deux égueulés au Sud (fig. 13). Base à 1 605 m au Nord du massif.

Le *cratère Nord* est elliptique à ovale et son fond s'incline du Nord-Est au Sud-Ouest. Il est affecté d'une seule ensellure sur son bord Nord-Est et sa corne occidentale en présente une autre. L'altitude maxima du cratère est à la cote 1 775 (fig. 14).

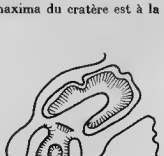


FIGURE 13. — Croquis schématique du Muja.

FIGURE 14. — Cratère nord du Muja, vu de la crête le séparant du cratère sud

Le *cratère Sud*, un peu moins élevé, est séparé du cratère Nord par une crête sur laquelle court une piste. Son altitude maxima est de 1 705 m et il est ensellé au Nord et au Sud. Il s'agit vraisemblablement d'un cratère-fente dont l'orientation se rapproche des directions d'alignement et de fractures plus orientales (fig. 15).

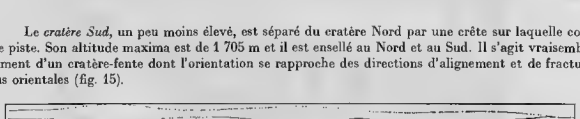


FIGURE 15. — Cratère sud du Muja.

Dans les deux cratères, ce sont les mêmes laves, massives ou celluleuses, très riches en olivine (picrites) ou en leucite qui affleurent sous le revêtement de cendres. Aucune coulée visible n'en émane. Par contre, tout le massif est enveloppé par les grandes coulées régionales. Il est possible que l'ensemble formé par les deux cratères se situe à l'intersection de deux failles, l'une NE-SW, conforme à la direction générale, et l'autre NNE-SSW, voisine des directions observées à l'Est du Muja.

II.7. — GROUPE DU N'DOSHO.

A 1 500 m au Sud du Bugamba et immédiatement au Nord de la nouvelle route, se dresse un petit groupe volcanique composé de plusieurs cônes : le N'dosho, le Turunga et les Karunga (fig. 16). Les deux premiers sont les plus importants. Ils sont formés de scories, bombes et cendrées. Celles-ci

Source MNHN, Paris

ont été exploitées au flanc Sud-Ouest et au flanc Nord-Nord-Est du N'dosho comme matériaux de construction pour la nouvelle route. La bonne conservation des cônes et de leurs produits semble indiquer une origine assez récente, en tout cas postérieure à l'émersion des volcans d'hyalotufs.

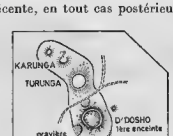


FIGURE 16. — Groupe du N'dosho.

II.7.1. — *Le N'dosho.*

Le N'dosho dont la base est à environ 1 520 m, est formé d'un cône de 35° de pente et s'élève à 1 565 m d'altitude. Ce cône est entouré, au Sud, de deux enceintes démantelées et la crête de son cratère s'abaisse vers l'Ouest (fig. 17). Ce cratère mesure environ 80 m de diamètre et sa profondeur est de l'ordre de 40 m. Ses produits (albanites néphéliniques) renferment en abondance des enclaves siliceuses imprégnées de lave vitreuse, bien visibles dans la gravière Sud-Ouest. Un minuscule cônelet se dresse au pied Est du N'dosho.

FIGURE 17. — Le N'dosho.

II.7.2. — *Le Turunga.*

Presque accolé au N'dosho, au Nord-Nord-Ouest, le Turunga est entièrement formé de scories et de lapilli. C'est un cône régulier, très aigu, couronné d'un cratère circulaire. Son altitude est sensiblement la même que celle du N'dosho.

II.7.3. — *Les Karunga.*

Les Karunga comprennent deux très petits cônes au Nord-Ouest des précédents. Le premier et le plus voisin du Turunga a environ 15 m de hauteur. Un petit effondrement de son flanc permet de voir les couches de lapilli superposées. Il a émis une minuscule coulée visible sur son flanc Nord-Nord-Est. Cette lave est vacuolaire et scoriacée. Le second cônelet, de même hauteur que le précédent est encombré de couverture végétale et, de ce fait, ne s'est pas prêté à l'observation de ses produits.

Source : MNHN, Paris

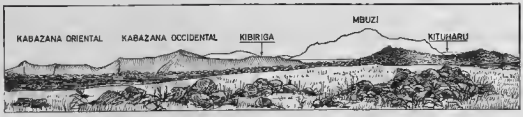


FIGURE 18. — Les Kabazana et le Kituharu, vus du km 188 (ancien) de la route Sake-Goma. Au premier plan : lave du Rumoka.

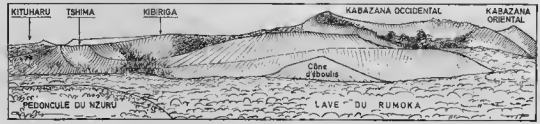


FIGURE 19. — Groupe des Kabazana vus du Nzuru.

FIGURE 20. — Volcans côtiers vus du sommet du Kabazana oriental.

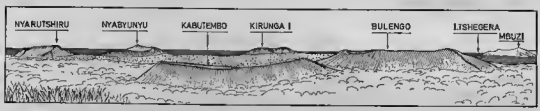


FIGURE 21. — Volcans côtiers vus du sommet du Busara (corne orientale du lac Vert).

Source : MNHN, Paris

FIGURE 22. — Volcans côtiers et Kashaka vus du sommet du Ndamukoro.

FIGURE 23. — Volcans côtiers vus du sommet du Kashaka.

Source MNHN, Paris

CHAPITRE III

LES VOLCANS AU SUD DE LA ROUTE DU LAC

Nous les décrirons également d'Ouest en Est, mais préalablement, nous désirons en donner quelques vues d'ensemble par des croquis exécutés d'après des photographies (fig. 18 à 23).

On remarquera que les cônes, tous formés d'hyalotufs, forment une chaîne jalonnant plus ou moins le rivage du lac Kivu et tout à proximité de celui-ci ; mais ces appareils sont tous enveloppés de lave plus récente qu'eux. J'en ai décrit la morphologie en 1954, mais, dans le présent Mémoire, j'ai complété ou corrigé ces descriptions par mes nouvelles observations de 1956.

III.1. — Le Kituharu.

Le Kituharu forme une grosse crête très boisée, à 1 km au Sud du km 187 de l'ancienne route. Elle s'élève de 40 ou 50 m au-dessus de la plaine de lave (altitude 1 490 m). Le massif est allongé sensiblement Nord-Nord-Est-Sud-Sud-Ouest et comprend au moins deux cratères (fig. 24). Situés, l'un vers l'extrémité Nord et l'autre vers l'extrémité Sud, ces deux cratères ont tous deux une trentaine de mètres de profondeur. Entre les deux s'étend une crête qui culmine à 1 530 m. Les hyalotufs n'affleurent qu'au sommet du cratère Nord, en blancs qui forment un petit pointement. Ils ne sont visibles nulle part ailleurs en raison d'un fort recouvrement de cendres noires grossières et de la végétation arbustive.

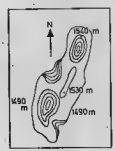


Figure 24. — Le Kituharu.

De nombreuses fissures orientées en tous sens et pouvant atteindre 2 m de largeur ou plus, affectent les deux cratères et leur bordure. Le fond du cratère méridional est envahi par la lave du Rumoka qui semble y avoir pénétré par un profond égueulement s'ouvrant au Sud-Est. Un autre égueulement important affecte la paroi au Nord-Ouest. La lave du Rumoka a aussi déferlé sur les flancs du massif, là où elle est en contact avec lui.

III.2. — Le Nzuru.

Adossé au lac, à peu de distance de la passe (détroit de Kateruzi), le Nzuru domine celle-ci de sa falaise à pic qui se développe sur environ 1 km de longueur et s'élève à 40 m de hauteur (photo 10).

Source : MNHN, Paris

Au sommet (1 500 m) se dresse une chapelle sur le toit de laquelle s'élève une statue. Au pied de la chapelle on voit des couches décimétriques de tufs blanchâtres, courbées en arc de cercle : nous sommes sur le bord du cratère d'un volcan largement circulaire (cratère : environ 310 m de diamètre), égueulé vers l'intérieur des terres, au Nord-Nord-Est (fig. 25).

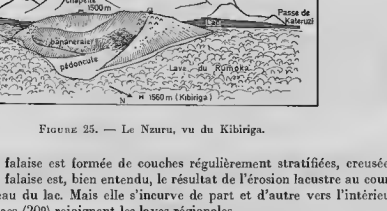


FIGURE 25. — Le Nzuru, vu du Kibiriga.

Du côté du lac, la falaise est formée de couches régulièrement stratifiées, creusées de petites cavernes (photo 11). Cette falaise est, bien entendu, le résultat de l'érosion lacustre au cours de l'abaissement progressif du niveau du lac. Mais elle s'incurve de part et d'autre vers l'intérieur des terres où ses flancs à pentes douces (20°) rejoignent les laves régionales.

La corne orientale est entièrement constituée par des tufs entaillés par une petite falaise, près du lac. Des fractures radiales les affectent. L'une d'elles apparaît aussi au sommet de la grande falaise, exactement sous la chapelle, dans l'axe des couches de tufs plongeant de part et d'autre de la crête du cratère. Une deuxième est une fissure béante utilisée par les indigènes comme rampe d'accès à une petite pêcherie située au pied Sud-Sud-Est de ladite falaise. A proximité de cette pêcherie, les tufs, bien exposés, sont criblés de galets de lave ancienne bien roulés.

La corne occidentale est très intéressante : vers son extrémité s'ouvrent deux petits évents d'une lave noire très scoriacée à vitreuse, séparés l'un de l'autre d'une trentaine de mètres par une ensellure (fig. 26).

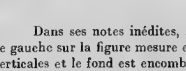


FIGURE 26. — Les deux évents de l'extrémité occidentale du Nzuru.

Dans ses notes inédites, F. DELHAYE les désigne sous le nom de volcan KITUNDU. La bouche de gauche sur la figure mesure environ 20 m de diamètre et 15 m de profondeur. Les parois sont subverticales et le fond est encombré de cendres noires. L'évent de droite n'a que 3 m de diamètre et, a 4 m de profondeur, on voit s'ouvrir une étroite cheminée.

On peut se demander ce que représentent ces deux évents. Vu leur état de conservation, ils doivent être fort récents, mais leurs laves ont des compositions qui les rapprochent de celles du Nyiragongo.

Par contre, la lave qui tapisse le fond du cratère du Nzuru (et que j'ai appelée « le pédoncule » en 1954) a des affinités à la fois nyamuragiriennes et nyiragongiennes, de même que les enclaves de la corne orientale. La lave du pédoncule ourle une grande partie du cône, principalement à l'Ouest, mais disparaît très rapidement, sur les côtés et au Nord, sous la lave en gratin du Rumoka. Cette dernière a d'ailleurs contourné en 1912 tout l'appareil, mais en formant, entre le « pédoncule » et le massif du Kibiriga — Kabazana un isthme étroit (environ 40 m).

On voit donc qu'il s'agit ici d'un appareil fort complexe, édifié dans une région où les laves du Nyamuragira et celles du Nyiragongo semblent s'être chevauchées.

Source : MNHN, Paris

Enfin, on peut aussi signaler l'existence d'une faible dépression circulaire dans les laves du Rumoka, un peu à l'Est de la corne orientale du Nzuru. S'agit-il d'un ancien cratère submergé ? Il n'est pas facile de répondre à cette question.

III.3. — Massif des Kabazana et du Kibiriga.

De même que par les eaux du lac, avant 1912, cet ensemble de volcans de tufs est maintenant entièrement emprisonné dans la nappe de lave du Rumoka. Il s'y dresse, de même que le Kituharu et le Nzuru, comme de grands récifs.

Le Kabazana oriental, où petit Kabazana, est relié au Kabazana occidental, ou grand Kabazana, par une ensellure très prononcée qui s'abaisse presque à la cote 1 500. Par contre, le Kibiriga est un cratère coalescent adossé au Kabazana occidental. Tout ce groupe est séparé du Nzuru par l'étroit chenal de 40 m qui a livré passage à la lave du Rumoka.

III.3.1. — *Le Kibiriga-Tshima.*

Le Kibiriga appelé Katutu, par F. Delhaye (inédit), et Mihonga sur la carte de R. Thonnard et M.-E. Denaeyer (1965) est un volcan de tuf parfaitement circulaire égueulé au Sud-Ouest. Il culmine au Nord-Ouest à 1 560 m et son égueulement s'abaisse à 1 510 m. On y observe des crevasses radiales de direction Nord Ouest-Sud Est et Nord-Sud.

Sur son flanc Ouest s'ouvre un plus petit cratère adventif : le Tshima.

Ces deux volcans sont recouverts de cendres grossières et il en sera de même des Kabazana.

Au Nord, on voit la lave du Rumoka déferlant sur le flanc du Kibiriga (photo 12).

III.3.2. — *Le Kabazana occidental.*

C'est le plus important du groupe ; sa forme est assez régulièrement circulaire. Son vaste cratère, largement égueulé au Sud-Sud-Est est envahi par les laves du Rumoka. Celles-ci semblent avoir franchi un seuil avant d'y pénétrer.

Le point culminant, au Nord-Ouest du cratère, est à l'altitude de 1 590 m. De ce point on a une vue d'ensemble du cratère et du Kabazana oriental (fig. 27). On y voit affleurer des tufs, à pendage Nord-Ouest, sur les flancs d'une petite falaise.

Figure 27. — Kabazana occidental et oriental, vus du sommet (1 590 m) du Kabazana occidental.
x affleurement de lave celluleuse.

Le bord Nord du cratère est ensellé et affecté de trois fractures béantes et distintes de quelques dizaines de mètres. Elles peuvent atteindre 2 m de largeur. Sur l'une d'elles, j'ai pu mesurer un rejet

Source : MNHN, Paris

de 40 cm. On les suit aisément du haut en bas de la paroi intérieure du cratère où les jalonnent des rangées rectilignes d'arbres. Leur direction est exactement Nord-Sud. Une quatrième fracture de direction Ouest-Nord-Ouest apparaît encore sur la crête Ouest du cratère.

Le fond du cratère est à la cote 1 475 (surface des laves du Rumoka). J'y ai trouvé, du côté Ouest, un gisement de terre à diatomées. Les indigènes exploitent les diatomites, qui existent en plusieurs points au bord du lac, pour blanchir leurs cases. Ce gisement indique selon toute évidence que le cratère a été occupé par les eaux du lac.

III.3.3. — *Le Kabazana oriental.*

La configuration de ce volcan rappelle un peu celle d'un marteau à manche sinusoïdal dont le fer est orienté sensiblement Nord-Sud. De son sommet, situé à l'intersection du manche et du fer (1 550 m), descend, vers l'Ouest, une crête sinueuse qui s'infléchit d'abord au Nord, puis au Sud où elle se relie au Kabazana occidental par une selle très prononcée dont il a été question plus haut.

Ce schéma pourrait correspondre à l'existence de deux volcans adossés, très égueulés, l'un au Nord, l'autre au Sud et tous deux envahis par les laves du Rumoka (photo 13).

Les cendres qui recouvrent le Kabazana oriental sont généralement plus fines que celles du Kabazana occidental.

Enfin, il y a lieu de signaler l'existence, au pied de ce volcan, d'une lave celluleuse qui apparaît sous la coulée du Rumoka, ainsi que la présence, en ce point marqué d'une croix sur la figure 27, de bombes prismiformes ou en bouse de vache.

III.4. — Le Gabiro.

En suivant la piste qui joint le Kabazana oriental au « Lac Vert », on rencontre à peu près à mi-chemin, entre la coulée du Rumoka et l'extrémité de celle du Gituro, un cônelet de scories juché sur la nappe de lave celluleuse, dans la forêt claire. Il n'a guère plus de 10 m de hauteur (altitude 1 520 m) et est égueulé au Nord-Nord-Ouest. Il s'agit d'un petit appareil dont la lave a des affinités étroites avec celle de la lave régionale, nyiragongienne, de même d'ailleurs que celle qui au pied du Kabazana oriental.

III.5. — Le « Lac Vert ».

Sous ce nom, il s'agit de l'ensemble du magnifique site touristique que l'ancienne route traverse des km 191 à 192 (anciens). Actuellement, la nouvelle route le longe, au Nord.

Le « Lac Vert » est un assez grand volcan d'hyalotufs palagonitisés dont la crête est très sinueuse dans le sens vertical (fig. 28). Au fond du cratère s'étale une grande nappe d'eau d'un beau vert d'émeraude à laquelle le site doit son nom (photo 14).

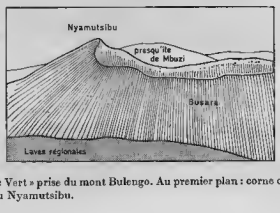


Fig. 28. — Vue générale du « lac Vert » prise du mont Bulengo. Au premier plan : corne orientale ou Busara ; au deuxième plan : corne occidentale ou Nyamutsibu.

Source : MNHN, Paris

La forme générale du cratère est une ellipse dont le grand axe est orienté Nord Est-Sud Ouest. Sa corne occidentale ou *Nyamutsibu* s'élève à 1 630 m d'altitude. Elle descend en pente rapide, d'une part vers la route et, d'autre part, vers la grande ensellure qui s'abaisse à 1 510 et à 1 520 m et forme le bord Sud-Ouest du cratère. La pente remonte ensuite doucement vers la corne orientale ou *Busara*, de faible altitude (1 540 m). Celle-ci se raccorde à la route au Km 192 (cote 1 513 m), d'où part le sentier touristique qui fait le tour du cratère.

La route domine le lac d'au moins cinquante mètres (et non 100 m, comme je l'ai écrit en 1954). Celui-ci se trouverait ainsi au même niveau ou même plus bas que celui du lac Kivu. Les indigènes l'appellent le *Lwabikari*, mais le cratère lui-même est dénommé *Kakombe*.

Dans mon Mémoire de 1954 avec HART, j'ai déjà caractérisé les tufs du Nyabutsibu (p. 105-110), ainsi qu'en 1963. Les bancs de tufs sont bien exposés en divers points du cratère (photos 14 et 15). Ils sont clairs ou foncés suivant leur composition minéralogique. Certains d'entre eux sont remaniés et à texture bréchique (brèches intraformationelles). Ces tufs contiennent aussi, enclavés, des cailloux roulés de laves et de bombes de diverses compositions ; celles-ci sont particulièrement abondantes et variées au km 192,200, là où l'ancienne route franchit le volcan en tranchée (fig. 29). Elles indiquent principalement des affinités nyiragongiennes, plus rarement nyamuragiriennes.

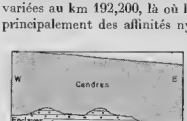


FIG. 29. — Tufs à enclaves et cendres du « lac Vert », au km 192,200.

Au fond du cratère, au niveau du lac, au Nord-Ouest et presqu'à l'aplomb de la route, on voit affleurer d'ailleurs une lave à surface continue, en place, d'affinité nyiragongienne (mélilitite néphélinique et leucitique) au-dessus de laquelle et sous les tufs sujacents, jaillit une source.

Enfin, les cendres noires de revêtement du volcan forment un manteau continu. Au km 192,200, ce manteau, assez épais, est stratifié et concordant sur les tufs riches en enclaves. Les couches, en ce point, ont une direction Nord-Sud et une inclinaison de 12° Est. On les suit jusqu'au km 191, à hauteur du Bushibu. J'ai également observé des lambeaux stratifiés, assez épais, suspendus au flanc Ouest du Nyabutsibu.

III.6. — LE KABUTEMBO.

Le Kabutembo, volcan d'hyalotufs, est situé dans la dépression des laves celluleuses entre le « Lac Vert » et le Bulengo. C'est un grand cirque surbaissé, parfaitement circulaire et largement ouvert au Sud-Sud-Est. Son altitude ne dépasse pas 1 520 m et son diamètre est d'environ 200 m. Son cratère à fond plat est tapissé de laves vacuolaires, à la cote 1 480.

III.7. — LE BULENGO.

Depuis le « Lac Vert », les laves régionales celluleuses, à surface continue, passent peu à peu à des laves cordées ou à division polyédrique.

Le mont Bulengo, d'environ 700 m de diamètre, qui émerge de ces dernières, est un assez gros volcan d'hyalotuf, à cratère circulaire, affecté de légères ensellures (fig. 30). Il est égueulé au Sud-Ouest, vers le lac et le village Bulesha.

Source : MNHN, Paris

Fig. 30. — Le mont Bulengo.

Sa corne Nord-Ouest s'incline en pente assez douce vers l'extérieur. En revanche, sa corne Sud est assez abrupte et taillée en falaise, face au lac. Cette dernière s'élève à l'altitude de 1 580 m tandis que la corne Nord-Ouest le fait à la cote 1 570 (signal géodésique : 1 569,62 m).

Le fond du cratère est marécageux et encombré de végétation. Il est à la même altitude que le lac (1 460 m) et le bord égueulé est à la cote 1 500.

Il est intéressant de noter que le tuf de la falaise verticale, tournée vers le lac, quand on vient de Kituku, est recouvert aussi haut qu'on peut le voir, par une croûte dure, parfois caverneuse, de calcin, épaisse de 2 à 10 cm. Ce fait est une nouvelle preuve de l'érosion lacustre et du niveau élevé atteint jadis par le lac.

III.8. — Ile Tshegera.

L'île Tshegera semble bien appartenir à l'alignement volcanique aboutissant au Bugamba (fig. 2). C'est pourquoi nous la décrirons ici en premier lieu.

Il s'agit encore d'un volcan de tuf, mais il est presque entièrement noyé sous les eaux du lac. N'en émerge que la partie apicale de son cratère, égueulé au Nord-Est. Il présente ainsi l'aspect d'un atoll.

Les deux cornes, orientale et occidentale, n'atteignent pas 1 500 m. Elles sont séparées au Sud-Ouest par une ensellure qui est presqu'au raz de l'eau.

On ne peut guère recueillir sur cette île couverte de brousse et de cendres agglomérées de surface, que quelques enclaves. L'une d'elle, est une leucitenéphélinite.

III.9. — Kinyokoti.

Kinyokoti est un petit promontoire à l'Ouest du Kirunga I. De 1 475 m, il tombe en pente raide sur le lac. A la base on voit quelques couches de tuf faiblement inclinées (24°) sur quoi repose une très épaisse couche de cendres noires, fines, plus ou moins agglomérées. Tufs et cendres renferment de nombreuses enclaves volcaniques nyiragongiennes.

III.10. — Le Kirunga I.

Le Kirunga I forme l'extrémité méridionale du saillant côtier dont la côte occidentale remonte au Nord-Nord-Ouest. C'est un beau volcan de tuf à cratère légèrement elliptique ; son grand axe, de 250 m, est orienté sensiblement Nord-Nord-Est. Un fort égueulement Nord-Est le fait presque communiquer avec la plaine de Buheno. Le fond du cratère est occupé par une mare dont la surface est à la même cote que le lac Kivu (fig. 31 et photo 16).

Source : MNHN, Paris

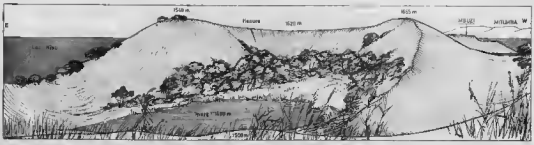


Fig. 31. — Kirunga I.

La crête du Kirunga est sinueuse : au Sud, une faible ensellure (1 520 m) sépare une corne Est (1 540 m) d'une corne Ouest (1 555 m). Une fissure béante mais étroite, orientée Nord-Sud, en occupe à peu près le milieu. Du côté Nord, une crête quasiment isolée (1 500 m) et orientée Est-Ouest, se raccorde par une forte dépression à la corne Ouest. Elle descend, d'autre part, vers la plaine de Buheno et la mare.

Le tuf a été exploité sur le flanc Nord de cette crête pour édifier une construction perchée sur le Kinyokoti.

Les couches d'hyalotuf et les cendres de recouvrement du Kirunga sont uniformément inclinées de 25° vers l'extérieur autant que vers l'intérieur du cône. Elles sont découpées en falaise abrupte, plongeant au lac, du Sud-Est au Sud-Ouest.

III.11. — Le Kirunga II.

Le Kirunga II, situé à l'Ouest de la piste vers Kinoykoti, non loin de la bifurcation vers Kituku, est un petit cône boisé (photo 17), formé de laves scoriacées à celluleuses qui, selon toute probabilité, a épanché ses produits dans toute la région avoisinante. Ce sont essentiellement des laves à mélilite, leucite et néphéline. Le cratère du volcan est cylindrique, les couches de laves superposées y étant bien visibles. Il mesure environ 50 m de profondeur. Le cône, incliné de 30 à 40° n'a guère plus de 35 m de hauteur au-dessus de la plaine (base 1 490 m, sommet 1 525 m environ). Le diamètre du cratère est d'environ 60 m, mais il est profondément et largement égueulé du côté Ouest (point bas à 1 505 m). De plus, sa paroi extérieure est à pic, entre le Sud-Sud-Ouest et l'Ouest-Sud-Ouest.

A très peu de distance du Kirunga II, de part et d'autre d'une piste conduisant au lac, existent deux cônelets ou « bornitos ». L'un d'eux, au Nord de la piste, et à 50 m de la bifurcation, est double. Une première éminence d'environ 3,50 à 4 m de hauteur est creusée d'une grotte (photo 18) et de la seconde, creuse aussi, à 4 ou 5 m de distance, ne subsiste qu'une paroi de même hauteur.

III.12. — Le massif Buymba-Rwinyunda-Nyabyunyu-Nyarutshiru.

Il s'agit d'un assez gros massif formé de plusieurs entités coalescentes, aboutissant au km 195 ancien de la route. Elles sont toutes fortement égueulées. Entre ce massif et le Kirunga I, s'ouvre le Buheno.

Cet ensemble, formant barrage aux laves plus récentes, a déterminé un rentrant de la côte, mais ces mêmes laves l'ont contourné à l'Est (fig. 2).

III.12.1. — *Le Buymba-Rwinyunda-Nyabyunyu.*

Ces trois unités forment un vaste fer à cheval dont les deux cornes sont séparées par des dépressions de la partie centrale (fig. 32).

Source : MNHN, Paris

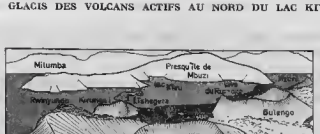


Fig. 32. — L'ensemble Buymba — Rwinyunda — Nyabyunyu.

La corne occidentale s'appelle le *Buymba*, l'orientale, le *Nyabyunyu* (photo 19) et la partie centrale, le *Rwinyunda*.

Le cratère s'ouvre largement au Nord, au niveau de la plaine de Lutovu, à la cote 1 500. Il est tapissé, là, de laves récentes et de cendrées et porte de nombreuses cases et des cultures. Les cendrées recouvrent tout l'ensemble de l'appareil. Enfin, le Nyabyunyu n'est séparé du Nyarutshiru que par une crête basse. Face au lac, le Rwinyunda se termine par une falaise assez abrupte. Ses hyalotufs et ceux du Buymba renferment des enclaves analogues à celles du Nyarutshiru.

III.12.2. — *Le Nyarutshiru.*

Le Nyarustshiru est un grand cône circulaire d'hyalotufs d'environ 200 m de diamètre au sommet et fortement égueulé à l'Est-Nord-Est (photo 20). Son altitude maximum est de 1 620 m, à l'opposé de l'égueulement. Celui-ci s'abaisse à 1 530 m, soit 21 m au-dessus du niveau de la route (1 509). Le fond du cratère est relativement petit ; il est occupé par une bananeraie, comme les cratères de la plupart des autres volcans de tufs. Les flancs du cône portent un léger revêtement de cendres noires. Les hyalotufs renferment des enclaves de laves (mélilitites) et de tufs remaniés.

III.13. — Le mont Goma.

Le massif principal du mont Goma est constitué par un grand talus de cendrées et de tufs en forme de croissant, d'environ 400 m de longueur. Il s'ouvre vers le lac, au Sud et à l'Ouest de la ville actuelle de Goma (fig. 33).

Le point culminant de ce croissant est à 1 590 m (signal géodésique : 1 590,33 m), soit à 130 m au-dessus du niveau du lac. D'autre part, il domine de 80 à 90 m la plaine des laves plus récentes qui ont déferlé sur ses pentes, au Nord.

De la corne orientale du croissant se détache une presqu'île, terminée par le cap de l'Orteil. Cette presqu'île sépare la baie de l'Orteil, au Nord-Ouest, de la baie des Byungu, au Sud-Est. Les deux baies semblent former l'ancien cratère de l'édifice. Son centre pourrait se situer au voisinage du cap de l'Orteil. Celui-ci et la presqu'île, orientée Nord-Est-Sud Ouest, sont longs de 400 m environ et large de 150 à 250 m Le cap doit son nom à sa forme particulière et offre un mouillage abrité aux embarcations.

Une quinzaine de sondages, effectués au début de 1956 en vue de la construction de nouveaux quais du port, n'ont trouvé dans le grand cratère sous-lacustre qu'un peu de remblai superficiel, d'épaisses couches de cendres plus ou moins agglomérées avec quelques niveaux de tuf palagonitique,

Source : MNHN, Paris

le tout reposant sur d'anciennes laves. Celles-ci affleurent dans la baie de l'Orteil, au voisinage de la station de pompage et jusqu'à 300 m vers le Nord-Ouest, en formant une petite falaise de 2 à 5 m de hauteur (photo 21).

Un peu au Sud de cette station de pompage, s'ouvre un cratère de 150 à 200 m de diamètre, jadis sous eau (F. DELHAYE, 1922, inédit) et où était installé, en 1952, le camp de l'OTRACO (anciennement « Yachting Club », carte CIMNOKI de Goma, fig. 33).

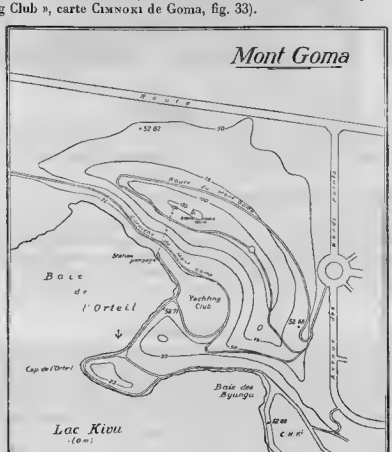


FIG. 33.

A. MEYER (inédit) distingue dans les tufs adossés au continent et qui forment le mont Goma, deux ou trois séries successives.

Dans la première, bien visible le long de la route de la Corniche, qui surplombe la baie de l'Orteil, il s'agit de cendres et de tufs noirs bien stratifiés qui renferment des Diatomées. A la base du cône, les cendrées sont grossières et vitreuses et renferment des scories et des bombes en lits continus. Ce serait l'altération des tufs qui engendrerait, d'après MEYER, les cendres meubles. Le grain de celles-ci décroît vers le Nord, c'est-à-dire vers le sommet du cône. D'autre part, on y voit des ravinements, souvent déterminés par la chute de grosses bombes et, naturellement aussi, des discordances intraformationnelles (photo 22).

Ces tufs contiennent de nombreuses enclaves de laves anciennes arrachées par l'éruption sous-lacustre au soubassement. Il y a aussi des enclaves de quartz (ou de granite) fondu et spongieux du soubassement cristallin qui ressemblent à celles du cratère de Nyiragongo ou de la lave du Ndosho (M.-E. DENAEYER et M. VAN WALLENDAEL, 1961). Il y a encore des blocs de calcin fossilifère (mol-

Source : MNHN, Paris

lusques actuels) qui proviendraient de l'ancien rivage du lac (photo 23). On sait, en effet, que ses eaux sont chargées de carbonates calcique et magnésien (pH = 7 à 10). La dimension de toutes ces enclaves et des cendres diminue à mesure que l'on s'élève vers le sommet du cône ou que l'on s'en écarte vers les bords.

C'est vers ce sommet que Meyer a noté une deuxième série de tufs. Celle-ci n'a pas de caractères particuliers, mais repose en discordance marquée sur les tufs de la première série (photo 24). Cette deuxième série aurait pour cratère d'origine le camp de l'OTRACO dont les parois sont formées de ce tuf.

Un manteau de cendres assez épais et riche en Diatomées recouvre le flanc nord du mont Goma, en bordure de la route. On y observe aussi des inflexions des couches, dues à des ravinements, et des discordances intraformationnelles (photo 25), ainsi que des glissements sous-aquatiques (« slumping ») (photo 26).

Il faut encore signaler que Meyer parle dans ses notes d'un « appareil intermédiaire » formé de « tufs palagonitiques » constituant une troisième série, semblable à la deuxième. Ce dernier appareil se situe à l'amont de la presqu'île de l'Orteil et possède un cratère d'une centaine de mètres de profondeur, très bien conservé.

Enfin, Meyer parle d'assez nombreuses bombes « contemporaines du mont Goma », sans préciser ce qu'il entend par là.

En suivant la crête qui joint le réservoir (ou le signal géodésique) vers le Sud-Est, F. Delhaye avait mesuré des pendages de 18 à 20° vers le lac et de 33° à l'Est, indiquant l'allure en dos d'âne des couches de tufs, comme nous l'avons déjà vu au Nzuru. Meyer a fait aussi plusieurs mesures qui concordent en gros avec les précédentes et qu'il serait inutile de mentionner ici. D'une façon générale, les couches s'inclinent suivant les flancs du volcan, compte tenu des différences d'orientation et d'inclinaison des deux séries superposées.

Une activité aérienne beaucoup plus récente (en tout cas postérieure à l'émersion) a percé les tufs du mont Goma à côté du port, à l'endroit de « l'articulation » du cap de l'Orteil et dans un ancien cratère de la deuxième série de tufs. Il s'agit ici des vestiges d'un petit appareil de scories, égueulé au Nord-Est, de 5 m de hauteur et de 20 m de diamètre. Les tufs qui l'entourent sont noirs et luisants à l'état frais et contiennent des enclaves de bombes vitreuses, de calcin et de quartz vitrifié. Une minuscule coulée de lave repose en discordance sur les tufs, derrière le guichet du port (photo 27) et, à l'embarcadère même, un dyke subvercical de 20 à 25 cm d'épaisseur est visible à l'accostage.

Sur le flanc oriental du mont Goma, il existe, dans les hyalotufs sous-aquatiques, un couloir d'érosion assez profond, large de 2 à 3 m, appelé « faille de Goma » (photo 28). Ce couloir débouche sur le rivage de la baie des Byungu et descend des environs du Rond Point actuel. Ce cañon a servi autrefois de chemin aux caravanes. Il offre une magnifique coupe dans les hyalotufs palagonitisés et donne passage, sur environ la moitié de sa longueur, à une langue de lave récente, détachée de celle qui enveloppe l'extrémité Sud du mont Goma, près de la Résidence. Cette lave repose en dalles pavimenteuses sur les tufs qui s'y trouvent inclinés de 15° au Sud (F. Delhaye, 1922, inédit).

Source : MNHN, Paris

DEUXIÈME PARTIE

PETROGRAPHIE ET LITHOCHIMIE

La prétrographie et l'analyse des laves, hyalotufs et cendrées du glacis des volcans actifs ont fait l'objet de nombreux travaux et observations. Toutes les analyses chimiques publiées ou inédites ont été reprises dans plusieurs Notes et Mémoires (M.-E. DENAEYER, 1963, 1965 b, 1966, 1969 et 1972 ; M.-E. DENAEYER et collaborateurs, 1954 et 1965). Nous avons cependant pensé qu'il convenait d'en présenter, ici, un tableau cohérent et condensé, en appendice à la description de la morphologie des coulées et appareils qui font l'objet de la première partie du présent Mémoire, puis d'en tirer les conclusions qui paraissent s'imposer.

Nous avons aussi pensé qu'il convenait avant tout d'éliminer les analyses des laves dont la situation exacte n'a pas été rigoureusement repérée, car il est facile de confondre une coulée avec son substrat ou les lapilli qui la recouvrent, voire avec la coulée voisine. Il s'agira donc ici et dans la mesure du possible, d'une sélection sévère avec référence aux meilleures analyses.

On voudra bien noter, *une fois pour toutes*, que les sigles, tels que Dn 52.50 se rapportent aux numéros de récolte de l'auteur ; les deux premiers chiffres indiquent l'année et les derniers le numéro d'ordre de l'échantillon en cette même année. La carte hors-texte indique partiellement les endroits exacts de récolte d'échantillons. D'autre part, les sigles tels que [E3(5)] entre crochets sont ceux sous lesquels un échantillon analysé est répertorié dans le *Recueil des analyses des laves du fossé tectonique de l'Afrique centrale* de M.-E. DENAEYER et collaborateurs (1965) et dans le *Supplément à ce Recueil d'analyses* figurant dans *Les laves du fossé tectonique de l'Afrique centrale* de M.-E. DENAEYER (1972).

Dans les descriptions et commentaires qui suivent, on voudra bien se reporter dans chaque cas à la carte géologique générale n° 1.

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE I

LES LAVES RÉGIONALES

I.A. — Coulées historiques.

I.A.1. — *Coulée du Tshambene (1938-1940).*

Aux environs du km 185,400 de la route, point de rencontre des coulées de Tshambene, du Nahimbi et du Muhuboli (fig. 1, photos 1 et 2), un échantillon de la lave du Tshambene dont la face inférieure est incrustée de cendres du Rumoka (Dn 52.50) a montré la composition suivante, en lame mince : nombreux microlites grands et petits de plagioclase zoné, maclé albite et, plus rarement, albite-carlsbad ; les gros microlites sont groupés glomérophyriquement et contiennent environ 70 % de An ; il s'agit donc de labrador, à la frontière de la bytownite. Les autres phénocristaux, parfois fort grands, sont l'augite brun verdâtre et l'olivine à angle d'axes très voisin de 90° et de signe négatif ; il s'agit donc d'olivine à environ 25 % de fayalite. Ces mêmes minéraux existent dans la pâte ; ils sont souvent corrodés et contiennent de petites inclusions de minerai opaque ; l'augite de la pâte a une coloration brune beaucoup plus intense. Le minerai opaque est très abondant et à structure dendritique et le verre résiduel brunâtre n'est que très peu développé. Aucun cristal de leucite n'a pu être identifié avec certitude.

Cette description correspond à peu près trait pour trait à celle de la lave épanchée au cône 7 du Tshambene. L'analyse de cette lave CBI 30 de J. Verhoogen (1948, p. 160-161) effectuée par D. Eliasberg (Mme D. Lerent) sera reproduite ici (tableau I, [E3(5)]. L'égalité en poids des alcalis, l'absence de leucite exprimée et les paramètres magmatiques '111.6.'3.3.(4) [2.2.2.3.] en font une *kivitoïde*.

I.A.2. — *Coulée du Nahimbi (1904-1905).*

La description par L. Fincke (1912, p. 20-22) de la lave de la coulée étranglée du Nahimbi, épanchée en 1904-1905, et ses analyses par le Dr. Hauser [E1(1 et 2)] ont été reproduites par tous les auteurs. Une nouvelle analyse en a été faite par W. H. Herdsman *in* R. A. Higazi (1954, p. 60-61, an G) [E1(3)]. Il s'agit d'une lave à faciès basaltique, porphyrique, à phénocristaux d'augite titanifère et d'olivine ; la pâte est formée d'augite, d'olivine, de magnétite et d'un verre brunâtre à opaque abondant ; on y distingue parfois de la leucite et des traces de plagioclase.

L'absence quasi complète de plagioclases exprimés, sa teneur en soude plus élevée que celle de la potasse, mais assez faible en alcalis et ses paramètres (111)1V.6.(3)4.4. [1(2).2(3).(1)2.2.] feraient de cette lave une *ankaramite limburgitique*. L'analyse de Herdsman [E1(3)] qui figure au tableau I est très complète et accompagnée du dosage de nombreux oligo-éléments.

I.A.3. — *Coulée du Muhuboli (1948).*

Vient ensuite la large coulée (1 500 m) du Muhuboli de 1948. Un échantillon provenant de la route est décrit comme suit par C. Sorotschinsky *in* H. Tazieff (1951, p. 68-70). C'est une lave noire

Source : MNHN, Paris

grisâtre à cassure vitreuse, peu vacuolaire. Les phénocristaux comprennent des groupements de plagioclase maclé albite-carlsbad à 80-90 % An (bytownite), de l'augite titanifère, de l'olivine et de la leucite ; la pâte est formée de microlites de plagioclase et d'augite titanifère, de leucite et de magnétite et, enfin, un résidu vitreux brun verdâtre d'indice N = 1,58 constituerait plus de 60 % (?) du volume de la roche.

R. A. Higazi (1954, p. 60-61, An. E) donne également une analyse de cette lave [E4(6)] par W. H. Herdsman, complétée, comme la précédente, par le dosage des oligo-éléments (tableau I). La présence de leucite, l'égalité en poids des alcalis et ses paramètres magmatiques II(III). '6.3.3(4) [2.'3.2.3.] font de cette lave une *kivite* typique.

I.A.4. — *Coulée du Rumoka (1912-1913).*

La grande coulée du Rumoka de 1912-13 (photo 3) sépare largement, sur 3.500 m, les deux coulées jumelles du Muhuboli et du Gituro. Ses laves ont fait l'objet de plusieurs analyses assez discordantes, [voir E2(1 à 7)] allant de celle d'une absarokite shoshonitique mélanocrate à celle d'une ankaratrite mélilitique, en passant par des basanotoïdes et des kivitoïdes. Les deux ou trois analyses qui me paraissent les moins sujettes à caution sont celles des laves prélevées au bord du lac, soit [E2(1)] et [E2(5)], et celle de la route, au km 188,150 [E2(6)]. Encore diffèrent-elles sur plus d'un point important.

La lave [E2(1)], probablement récoltée par F. Delhaye, provient du bord N-E de la baie de Bobandana (golfe de Kabuno), c'est-à-dire de la rive Nord du détroit de Kateruzi. Il s'agit d'une lave scoriacée, noir grisâtre et porphyrique, à phénocristaux d'augite et d'olivine ; la pâte comprend un plagioclase basique microlitique, de l'augite et un minerai abondant à fine structure dendritique. L'analyse de cette lave par F. Raoult a été reproduite dans de nombreux ouvrages. Les alcalis y atteignent 6 %, avec une nette prépondérance de la soude sur la potasse. Ses paramètres sont III.(6)7. (2)3.4. Elle contient 18,5 % de feldspathoïdes virtuels. A. Lacroix (1923, p. 265) l'a nommée *basanitoïde* (tableau I).

La lave [E2(5)] récoltée par M.-E. Denaeyer (Dn 54.109') sur la route du bac, également près du détroit de Kateruzi, ainsi que celle qu'il a prélevée (Dn 54.144) sur la route [E2(6)] au km 188,150, sous la couche superficielle de lapilli, ont sensiblement les mêmes compositions minéralogiques et chimiques. Ce sont des laves noir à gris sombre, porphyriques, à grands cristaux d'olivine et d'augite brunâtre zonaire atteignant 0,5 cm ; la pâte est formée de ces mêmes minéraux, parfois glomérophyriques, de microlites d'augite à structure en sablier et de labrador à 65 % An, ce dernier parfois peu abondant ; le minerai opaque est en octaèdres ou en dendrites ; le résidu vitreux est très abondant. Le tableau I donne la composition chimique de [E2(6)] d'après l'analyse de Mme C. van Oosterwijck-Gastuche.

On remarquera la quantité plus faible d'alcalis que dans E2 (1)], leur presque égalité en poids et la proportion notable de feldspathoïdes virtuels (8,2 %, mais, dans l'un comme dans l'autre cas, c'est la néphéline virtuelle qui domine largement. Dans le second, cependant, la roche est plus mélanocrateque mésocrate. Ses paramètres (III)IV.6.3'.3(4) [(1)2.2'.2.2.] la rapprochent donc fortement d'une *ankaramite basanitique.*

I.A.5. — *Coulée du Gituro (1948).*

Les laves de la coulée du Gituro, de 1948, ont été décrites également par C. Sorotchinsky *in* H. Tazieff (1951). Un échantillon [E4(2)] du km 190,200 [1] de la route a la composition suivante (p. 66 et 67) : lave vésiculaire noir-grisâtre à phénocristaux d'augite et d'olivine rare englobant des octaèdres de titanomagnétite et aussi des plages diffuses et rares de leucite avec inclusions de magnétite, d'augite et de plagioclase ; la pâte, opaque et semi-vitreuse, est formée de microlites de plagioclase et d'augite, d'un minerai opaque dendritique et d'un verre brunâtre d'indice voisin de 1,58.

1. Et non 192 comme imprimé par erreur dans notre *Recueil* de 1965.

Source : MNHN, Paris

D'autres échantillons (Dn 50.61 et 62) sont beaucoup plus riches en leucite et contiennent de l'augite brune.

Plutôt que l'excellente analyse de S. Gastellier de cette lave, nous donnerons celle d'un échantillon analysé par W. H. Herdsman *in* R. A. Higazi (1954, p. 60, an. D) parce que accompagnée du dosage des oligo-éléments [E4(5)]. Il s'agit encore d'une *kivite* de paramètres II(III).(5)6.3'.3(4) [2.3.2'3.] analogue à celle du Mububoli (tableau I).

Conclusions.

On voit que les quantités des oligo-éléments de ces laves sont du même ordre de grandeur ; l'ankaramite limburgitique du Nahimbi s'en distingue cependant par un abaissement des valeurs de Rb, Ba et Sr ; mais, en revanche, elle est plus riche en Cr et Ni.

D'autre part, la basanitoïde du Rumoka du bord du lac se rapproche d'une kivitoïde à proximité immédiate (route du bac), aussi bien que le long de la route du lac. Cette variabilité du rapport des alcalis semble donc caractéristique des laves du Rumoka, ce que traduit bien le diagramme figure 34.

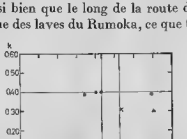


Fig. 34. — Diagramme *k-cm* des laves des coulées historiques (Errata : lire *cm* au lieu de *mg*.)
Légende : k = molécules $K_2O/K_2O + Na_2O$; *cm* = molécules CaO/CaO + MgO.
$k = 0{,}40$ = égalité des alcalis.

I.B. — Coulées anciennes.

Les coulées historiques du domaine de Nyamuragira ont recouvert la presque totalité du glacis de ce volcan, au Nord et au Sud de la route du lac, de Sake jusqu'au « Lac Vert » (Nyamutsibu). A partir du méridien dudit « Lac Vert » on entre dans le champs des coulées plus anciennes du Nyiragongo, elles aussi en grande partie postérieures aux volcans d'hyalotufs.

Mais rien de plus incertain que les limites des coulées occidentales du Nyiragongo dans la région sous revue. Si l'interprétation photogéologique peut permettre, à la rigueur, à l'aide de différences de densité de la végétation, de distinguer plus ou moins vaguement des contours d'anciennes coulées, au sol, dans la brousse et la forêt, la tâche devient quasiment impossible. De surcroît, toutes ces laves se ressemblent fort, même en lames minces, sauf variations de grain ou de proportions des minéraux constituants. Les analyses chimiques elles-mêmes les groupent à peu près toutes dans la famille des Niligongites, souvent mélilitiques, voire des Ijolites de A. Lacroix (1933, p. 198). Sauf indication contraire, les laves qui vont être passées en revue ont été analysées par J. Heirwech, laboratoire de Minéralogie, Université de Bruxelles.

I.B.1. — Coulées occidentales.

Les laves des coulées occidentales qui ont dévalé du Nyiragongo ont enveloppé les volcans de la chaîne du Rushayo, le Kashaka, le Busbibu, le « Lac Vert » et le Bulengo.

Comme il n'est guère possible de noter des différences très marquées dans leur pétrographie,

Source : MNHN, Paris

Tableau I

Analyses des laves des coulées historiques.

	E3(5)	E1(3)	E4(6)	E2(1)	E2(6)	E4(5)
SiO_2	45,34	44,22	44,73	44,42	44,25	44,74
Al_2O_3	16,21	11,56	18,18	14,27	11,00	18,68
Fe_2O_3	4,73	2,16	1,98	3,39	2,30	2,42
FeO	9,89	8,41	9,79	8,68	8,60	9,27
MnO	0,03	0,25	0,25	—	0,18	0,27
MgO	5,17	13,86	4,96	7,23	13,30	4,62
CaO	9,54	13,60	9,64	12,36	13,60	9,77
Na_2O	3,44	1,73	3,13	3,64	1,68	3,05
K_2O	3,46	1,05	3,16	2,44	1,57	2,94
TiO_2	1,51	2,03	2,96	3,42	2,67	3,02
P_2O_5	0,21	0,21	0,54	0,13	0,43	0,53
BaO	—	0,10	0,11	—	—	0,13
SrO	—	0,18	0,18	—	—	0,16
CO_2	tr.	0,00	0,00	—	0,07	0,00
Cl	0,00	0,06	0,09	—	0,02	0,09
F	—	0,00	0,01	—	—	0,00
S	—	0,03	0,10	—	—	0,08
SO_2	—	—	—	—	0,12	—
H_2O^+	0,19	0,26	0,52	0,15	0,84	0,26
H_2O^-	0,03	0,24	0,05	0,09	0,01	0,10
	99,75	99,95	100,38	100,22	10064,	100,13
		—0,02	—0,05			—0,04
		99,93	100,33			100,09

Oligo-éléments en ppm (. inférieur à la limite de sensibilité).

Rb	—	50	180	—	—	160
Li	—	8	8	—	—	9
Ba	—	900	2 000	—	—	2 600
Sr	—	1 200	4 500	—	—	5 500
Cr	—	1 200	75	—	—	50
Co	—	75	40	—	—	50
Ni	—	270	35	—	—	30
Zr	—	400	650	—	—	700
La	—	< 30	< 30	—	—	< 30
Y	—	40	40	—	—	40
Cu	—	40	15	—	—	12
V	—	300	320	—	—	300
Ga	—	8	50	—	—	50
Tl	—	.	.	—	—	.
Sn	—	.	.	—	—	.
Pb	—	> 10	> 10	—	—	< 10
Sc	—	15	.	—	—	.
Mo	—	1	> 1 ?	—	—	< 1 ?
Ge	—	.	.	—	—	.
Be	—	.	.	—	—	.
Ag	—	.	.	—	—	< 1
In	—	.	.	—	—	.

Source MNHN, Paris

Compositions virtuelles.

	E3(5)	E1(3)	E4(6)	E2(1)	E2(6)	E4(5)
Or	20,57	4,72	18,90	12,23	8,76	17,24
Ab	3,98	—	5,97	—	—	8,68
An	18,63	20,57	26,13	15,29	17,79	28,63
Né	13,46	7,95	10,96	16,76	7,67	9,20
Lc	—	1,52	—	1,74	0,55	—
$CaSiO_3$	11,60	19,60	7,89	18,91	19,60	7,08
Mg—	5,90	13,70	4,00	12,40	13,85	3,60
Fe —	5,41	4,22	3,70	5,15	4,03	3,30
Mg_2SiO_4	4,90	14,70	5,88	3,99	13,62	5,60
Fe_2 ——	5,00	5,10	6,22	1,84	4,33	5,61
Ma	6,73	5,25	3,02	4,87	3,25	3,48
Ilm	2,89	3,80	5,62	6,54	5,17	5,78
Ap	0,34	0,34	1,34	0,34	1,01	1,34
Py	—	—	0,12	—	—	—

Paramètres Magmatiques.

E3(5) : Kivitoïde du Tshambene 'III.6.'3.3(4) [2.2.2.3] ●
E1(3) : Ankaramite limburgitique du Nahimbi (III)IV.6.(3)4.4 [1 (2).2 (3). (1) 2.2] ▲
E4(6) : Kivite du Muhuboli II(III). '6.3.3 (4) [2.'3.2.3.] ●
E2(1) : Basanitoïde du Rumoka (lac) III.(6)7. (2)3.4 [2.(1)2.2(3).(2)3] ×
E2(6) : Ankaramite basanitique du Rumoka (route) (III)IV.6.3'.3(4) [(1)2.2'.2.2.] ●
E4(5) : Kivite du Gituro II(III).(5)6.3'.3(4) [2.3.2'.3] ●

Source MNHN, Paris

nous nous bornerons à en décrire quelques unes en suivant leur trajet, du Rushayo jusqu'au lac et en choisissant, parmi les nombreux échantillons que nous avons récoltés, ceux qui ont été analysés chimiquement. Toutefois, au Nord-Ouest de Kirunga I, un petit volcan, le Kirunga II, qui paraît assez récent, semble avoir envahi de ses laves la plaine qui s'étend du Kabutembo au Kirunga I. Quant aux laves qui enveloppent le massif d'hyalotufs formé par le Buyimba, le Nyabyunyu et le Nyarutshiru, si elles semblent, en photogéologie, plus anciennes que les précédentes, leur composition reste néanmoins semblable à la composition de celles-ci.

Dans cet ensemble, les laves les plus fréquentes sont, chimico-minéralogiquement, des leucite-néphélinites et des albanites néphéliniques, mais il s'y trouve aussi des mélilitites leucitiques ou néphéliniques, voire des ténidites et, plus rarement, elles passent aux ankaratrites mélilitiques sodo-potassiques.

Les minéraux essentiels de ces laves sont donc : la leucite, la népbéline et la mélilite négative contenant assez bien de gehlénite ; la pâte renferme toujours de l'augite microlitique généralement titanifère, parfois à structure en sablier, du minerai opaque souvent dendritique, et une fraction vitreuse résiduelle. Les minéraux accessoires sont l'olivine et presque toujours l'apatite, en cristaux parfois importants ou en fines aiguilles. Cette trame fondamentale subit des variations de détail que nous signalerons éventuellement au passage, mais sur lesquelles il semble superflu d'insister ici. Par exemple, tous les minéraux cités ci-dessus peuvent exister, en partie, sous forme de phénocristaux ou de micro-phénocristaux, être auto- ou xénomorphes, groupés glomérophyriquement ou se manifester à l'état intersertal, voire n'exister qu'à l'état potentiel, dissimulés dans la fraction vitreuse.

Au surplus, si l'on désire plus de détails, nous rappellerons encore une fois, ici, que toutes les laves analysées figurent dans nos *Recueils* de 1965 et de 1972, *avec description pétrographique sommaire*.

I.B.1.a. — *Laves régionales enveloppant la chaîne du Rusahyo et aboutissant au lac.*

La lave Dn 56.65[1] [F9(2)] du flanc Nord-Est du Rusbayo est une *leucitenéphélinite* sans mélilite. Elle contient des multitudes de petits cristaux de leucite limpide maclée polysynthétiquement et de la néphéline. Elle est riche en alcalis 11,82 %) avec un peu plus de soude que de potasse. Son analyse figure au tableau II, et ses paramètres magmatiques sont '111.9.1'.(3)4 [2.2.3.3.].

Au pied Sud-Ouest du même volcan, la lave régionale passe à une *albanite néphélinique* (Dn 56.82) [F10(14)] dans laquelle néphéline et mélilite sont mésostatiques ; les microlites de clinopyroxène sont disposés en formations rayonnantes et associés à des fibres de lépidocrocite. Au sein de ces sphérolites, le pyroxène peut apparaître en très petits cristaux d'aspect cubique. Les alcalis, bien que moins abondants, ont le même caractère que ci-dessus, mais les paramètres r ($K_2O + Na_2O/CaO'$) et k (P/O) sont plus élevés. Les paramètres sont en effet III.8.2.(3)4 [2.3'.2(3).3].

A moins de un kilomètre à l'Est du volcan Gatwe, une coulée cahotique semble se relier à la précédente et surmonter les laves celluleuses qui la bordent. Les échantillons Dn 56.61 et 56.83 sont encore des *albanites néphéliniques*, mais riches en mélilite et contenant très peu d'olivine. La première de ces laves [F10(15)], analysée par P. Haniset, à Tervuren, a pour paramètres III.(8)9.(1)2.3(4) [2'.3.3.3], très voisins des précédents. Seule la mélilite et la néphéline bien cristallisées la distingue de Dn 56.83.

A l'extrémité Nord-Est du volcan Bushibu, deux petits cratères jumelés sont formés d'une lave riche en mélilite zonée et contenant olivine, augite brune, néphéline intersertale et apatite. Cette *mélilitite* passe à l'*albanite néphélinique* (Dn 56.196) [F9(11)] et a pour paramètres III.'9.1(2).(3)4 [2.3'.3.'3]. La lave qui s'étale entre ces deux cratères et le Kashaka a une composition quasi identique. Il s'agit de Dn 56.51 [F10(16)] dont les paramètres sont III.'9.1'.3(4) [2.3'.3.3] (analyse de P. Haniset), c'est-à-dire ceux d'une *leucitenéphélinite mélilitique*.

En direction du Sud-Ouest, le long de la route, du km 190,200 à 191, c'est-à-dire entre le Bushibu et le « Lac Vert », la lave est une *leucitenéphélinite hétéromorphe de basanite* (Dn 54.115 et 138) [F10(18)]. Elle contient un peu d'olivine et beaucoup de leucite et la néphéline en est mésostatique ; ses paramètres sont III.7'.3.'4 [2.2'.2(3).3]. Au km 191,400, la lave acquiert un caractère beaucoup plus basique par l'abondance de ses phénocristaux d'olivine et d'augite (Dn 52.55) [F10(17)] (analyse de D. Ledent) ;

Source : MNHN, Paris

c'est une *ankaratrite mélilitique sodopotassique* dont les paramètres sont (III)IV.'8.(2)3.(3)4 [2.3.3.(2)3] (analyse tableau II).

Entre la coulée du Gituro et celle du Rumoka, la lave régionale du Nyiragongo forme une bourse. Les laves qu'on y voit semblent également appartenir à la grande coulée occidentale, chevauchée, ici, par celle du Gituro. Un échantillon pris au Sud de la route (Dn 54.122) [F10(19)] est encore une *albanite néphélinique* riche en mélilite brune ; il y a aussi de l'olivine ; ses paramètres sont III.8.2'(3)4 ['2.2'.'3.3] (analyse tableau II). Sur cette lave, se dresse, un peu plus au Sud, un très petit cône de scories d'une dizaine de mètres de hauteur, le Gabiro (Dn 54.137) [F10(20)]. Il est également formé de *leucitenéphélinique hétéromorphe de basanite*, de paramètres (III.(6)7.2.'4 [2.1.3.3.(4)] et contient de la mélilite.

A l'Ouest du volcan Bulengo et du village Bulesha, la lave passe à une *mélilitite leucitique* (Dn 56.49) [F10(21)] par accroissement de la mélilitite ; celle-ci est légèrement zonée sur les bords où la biréfringence est un peu plus élevée ; l'olivine est présente et l'augite brune y existe en gros phénocristaux, mais la néphéline est presqu'entièrement à l'état potentiel ou mésostatique ; les paramètres magmatiques sont III'.9.1.3(4) [1'.3.3.3.] (analyse tableau II).

Au Nord-Ouest du Kirunga I, volcan d'byalotufs, le volcan de scories : le Kirunga II, a émis des laves (Dn 56.33) [F10(8)] qui ressemblent beaucoup à la précédente, sauf à dire que la leucite y est plus rare, mais elle est remplacée par de la néphéline mésostatique ; elle contient en outre des prismes d'apatite. En dépit de cette ressemblance, son chimisme est un peu différent et le calcul de la composition virtuelle en fait plutôt une *albanite néphélinique* de paramètres 'III.8.2.(3)4 [2.2.3(4).4] ; elle est plus riche en alumine et en titane que [F10(21)].

Si on s'éloigne du Kirunga II et que l'on suive la piste qui, de Kituku conduit à celle de Kinyokoti, à droite, s'ouvre une autre piste conduisant à une ancienne propriété. A cet embranchement, la lave Dn 56.43 [F10(9)] est une *leucitenéphélinite* comportant des alcalins en poids égaux et contenant mélilite, leucite et néphéline, ces deux dernières criblées d'aiguilles d'apatite. Les paramètres de cette lave sont III.9.1.3(4) [2(3).'2.3.'3].

A Buheno, dans le bois d'eucalyptus qui existait encore en 1960 et au bord du lac, les échantillons Dn 56.265 [F10(10)] et Dn 56.264 [F10(13)] (analyses de P. Haniset, Tervuren) sont identiques au précédent, minéralogiquement ; ils sont riches en mélilite et le minerai en est délicatement dendritique. Les paramètres magmatiques en font des *albanites néphéliniques* de paramètres, respectivement, III.8(9).'2'3. [2.3.3.3] et III.8(9).'2.3(4) [2(3).3'.'3.'3].

Au pied Ouest du Buymba, l'échantillon Dn 54.91 [F10(11)] n'en diffère que par une teneur plus élevée en soude : III.'8.2(3).'4 ['2.2(3).'3.3] qui l'a fait qualifier d'*étindite*. Cette lave est riche en gros cristaux de leucite et d'apatite et l'augite y est très développée, mais en n'y voit pas de mélilite exprimée.

Si, de là, on remonte sur la route, à la sortie de la piste de Buheno, au km 194,300, la lave Dn 54.149 [F10(7)] est encore une *leucitenéphélinite* riche en mélilite brune et plus riche en potasse qu'en soude, cette fois. La leucite, l'apatite et le néphéline y sont aussi en gros cristaux et l'augite est d'un brun violacé. Les paramètres de cette lave sont III.9.1.3 ['2.(2)3.3.3(4)], analyse tableau II.

A cent mètres plus à l'Est, la lave prélevée le long de la route passe à une *ankaratrite mélilitique* riche en phénocristaux d'olivine et d'augite et à pâte riche en mélilite (Dn 52.55) [F10(17)] de paramètres (III)IV.'8.(2)3.(3)4 [2.3.3.(2)3], analyse tableau II.

On voit donc que depuis, au moins, le pied du Bulengo jusqu'au Nyarutshiru, les laves venues du Nord-Est et aboutissant au lac ont toutes des caractères qui les rapprochent singulièrement, ce que confirment d'ailleurs bien d'autres échantillons non analysés. Elles sont, d'autre part, de nature semblable à celle des laves plus anciennes que l'on trouve enclavées dans les volcans d'hyalotufs ou qui affleurent au fond du cratère du « Lac Vert ».

Source : MNHN, Paris

I.B.1.b. — *Coulée du groupe du Ndosho.*

A l'Est du Nyarutshiru, le groupe de volcans du Ndosho, situés tout juste au Nord de la nouvelle route, a donné une coulée qui descend jusqu'au lac. Ces volcans semblent sensiblement plus récents que ne l'indique la carte de THONNARD et DENAEYER (1965).

Trois analyses de leurs laves sont fort concordantes et en font des *albanites néphéliniques* ; celles-ci sont dépourvues de mélilite ; l'augite est violacée et titanifère dans celle de Karunga (Dn 56.74) [F8(3)] ; celle du cratère du Ndosho (Dn 56.72) [F8(5)] est vitreuse et celle du cône principal (Dn 54.162) [F8(4)], normalement cristallisée, a pour paramètres III.8.2.3(4) ['2.'3.'3.3]. Si l'on suit la coulée jusqu'à l'ancienne route, au km 198,200, la lave devient très cristalline ; c'est une *microniligongite* à leucite polymaclée et néphéline (Dn 54.154) [F10(6)] dont les paramètres sont III.(7)8.(2)3.(3)4 [(1)2.4.3.3] (analyse tableau II) ; elle ne contient pas non plus de mélilite exprimée, mais bien de grands cristaux d'augite violacée et d'apatite.

Rappelons en outre l'existence d'enclaves ponceuses blanches dans les laves de la gravière du Ndosho (Dn 56.73) [F12(4)], enclaves que nous avons décrites en 1961 avec M. VAN WALLENDAEL. D'aspect grenu, et plus ou moins mélangées à la lave englobante, ces enclaves sont formées de cristaux résiduels de quartz frittés et d'oligoclase abondante et on y observe aussi un peu de pyroxène orthorhombique néogène ; ces minéraux sont englobés dans un verre incolore d'indice très inférieur à 1,54. L'analyse d'une de ces enclaves est due à S. HENRY, Tervuren. Ses paramètres sont I'.4(5).1.4, et par conséquent, ceux d'un granite alcalin, sodique.

I.B.1.c. — *Laves régionlaes au Sud des coulées du Kameronze et de Buynga.*

Une première lave, au km 200,500, à Keshero, paraît appartenir à une coulée plus ancienne que les suivantes. Il s'agit d'une *étindite* (Dn 54.151) [F10(5)] très semblable à celle du Buymba [F10(11)]. La leucite y est abondante, la néphéline xénomorphe à intersertale ; le clinopyroxène est violâtre à incolore et le minerai opaque peu développé (analyse, tableau II). Ses paramètres sont III.8.2.'4 ['2.3.3.'3].

Devant Keshero, dans le lac, la mission des « Gaz du Lac » a aspiré une grenaille de lave contenant de minuscules cristaux de mélilite, d'olivine et de néphéline (A. MEYER, VM.494, inédit). L'analyse de cette grenaille, par C. DELMOTTE, à Bukavu, [F10(22)] a donné les paramètres III.9.1.3(4) [2.4.3'.3]. D'après cela, c'est, typiquement, une *mélilitite leucitique*.

Si nous remontons le glacis, la lave récoltée, d'une part à la bifurcation des pistes menant au Muja et au Bugamba d'autre part, et à mi-chemin du groupe du Ndosho, sont, respectivement, une *albanite néphélinique* (Dn 56.75) [F10(1)] de paramètres III.8.2.3(4) [2.3.(4)2'.3] et une *mélilitite leucitique* (Dn 56.76) [F10(2)] de paramètres III.'9.1'.3(4) [2.4.2(3).3] (analyses de P. HANISET, Tervuren).

Au pied même du Muja [1], côté Sud-Ouest, c'est une *leucitenéphélinite* qui a été récoltée (Dn 56.71) [F10(3)] (analyse de P. HANISET) ; les paramètres sont III.9.1'.3(4) [2.3.'3.3]. Ces trois dernières laves ont presque la même composition chimique et minéralogique, mais elles sont toutes trois pauvres en mélilite exprimée, et la néphéline y est intersertale.

Au km 203,800 de l'ancienne route, la lave a encore une composition chimique autant que minéralogique semblable à la précédente, mais, cette *leucitenéphélinite* est, ici, *hétéromorphe de basanite leucitique* (Dn 54.105) [F10(4)] ; paramètres : III.7.2.(3)4 [2'.1.3.'4].

Cette grande coulée s'étale donc à l'Ouest et au Sud de la coulée du Buyinga. Lors de la construction de la nouvelle route, un contrôle a été effectué sur les laves fraîchement mises à jour. Aucune différence notable par rapport aux précédentes n'a été notée, sauf à dire qu'à 400 et 600 mètres à l'Ouest du chemin militaire, les laves sont encore des *microniligongites mélilitiques*.

1. Et non du Bugamba comme il est écrit dans notre *Recueil* de 1965, p. 111.

Source : MNHN, Paris

I.B.1 d. — *Coulée du Buyinga.*

La longue coulée du Buyinga aboutit au lac et contourne le mont Goma. Elle paraît très récente.

A 2 km au Sud-Ouest du cratère de Lemera et à 3 km à l'Est-Nord-Est du Muja, la lave du Buyinga est également une *leucitenéphélinite*, décrite par Th. G. Sahama et A. Meyer (1958) et analysée par P. Ojanperä, Helsinki ; cet échantillon (S.12) [F7(4)] a la même composition que les précédents. Notons seulement que la népbéline forme une association graphique avec le clinopyroxène, qu'elle contient un peu de bornblende basaltique et que le verre vert résiduel y est très abondant. Ses paramètres sont III.9.(1)(1').3' [2.(2)3.3.3].

Deux échantillons prélevés, respectivement aux km 204,400 et 206,450 de l'ancienne route, à l'extrémité de la coulée, sont toujours des *leucitenéphélinites* Dn 54.104 [F7(5)] et Dn 54.101 [F7(10)]. La première est semi-vitreuse, à fond opaque, et contient de nombreux cristaux, tous automorphes, de leucite polymaclée, néphéline, augite titanifère, mélilite et apatite. Ses paramètres sont III.'9.1(2).3(4) [2.3.3.3]. La seconde est très cristalline et pourrait être appelée *microniligongite*. Elle contient les mêmes éléments que ci-dessus et ses paramètres sont III.(8)9.(1)2.3 [2.3.3.3'].

Enfin un échantillon pris au pied même et à l'Ouest du mont Goma, au bord du lac (rive Ouest de la baie de l'Orteil) (Dn 56.113) [F7(6)] et analysé par P. Haniset, est encore une *leucitenéphélinite à mélilite* de paramètres III.'9.1'.3(4) [2.2'.3.3].

Mais, à l'Est du mont Goma, la coulée s'engageant dans la « faille » a donné (A. Meyer, inédit) [F14(13)] une lave à paramètres d'*étindite*, passant à une *basanite*, de paramètres III.7(8).2.'4 ['2.1.'3.3]. On n'en connaît pas la composition minéralogique et l'analyse elle-même (G. Viseur, Bukavu) paraît douteuse. A. Meyer a qualifié dans ces notes, cette lave, de néphélinite.

Conclusions.

En résumé, toutes les laves issues du ou des flancs Sud-occidentaux du Nyiragongo ont des compositions chimico-minéralogiques assez proches les unes des autres, aux différences de cristallinité près. Il serait donc vain de vouloir utiliser leurs compositions comme critères de distinction des coulées.

Cela est bien marqué dans le diagramme Ls-Fs-Qs de Niggli (1927) ci-contre (fig. 35), déjà utilisé dans mon Mémoire de 1972. Tous les points figuratifs de *toutes* les laves analysées se rapportant au chapitre I B (Coulées anciennes) y sont indiqués, de même que ceux des laves se rapportant au chapitre II suivant (Volcans au Nord de la route), de façon à pouvoir, dès à présent, montrer le contraste entre celles-là et celles-ci.

Quelques exceptions cependant : l'ankaratrite [F19(17)] du km 191,400 de la route, ainsi que l'albanite néphélinique [F9(10)] du Kashaka, s'écartent des laves régionales et avoisinent le domaine des roches ultrabasiques, par suite de l'abondance de leurs barylites. D'autre part, [F10(20)] du Gabiro, hétéromorphe de basanite, et [F14(13)] voisine de basanite néphélinique, tombent en dehors des champs précédents.

Le diagramme suivant (fig. 36) met en relation, d'une part, le caractère plus ou moins sodique ou potassique des laves (*k* = molée. K_2O/molée. $K_2O + Na_2O$ dont la valeur 0,40 correspond à l'égalité en poids des deux alcalins) et, d'autre part, leur caractère calcomagnésien (*cm* = molée. CaO/ molée. Cao + MgO), également utilisé dans mon Mémoire de 1972 où j'en ai expliqué la raison d'être (p. 78). Ici, l'égalité en poids de CaO et de MgO correspond à 0,44.

Ce diagramme montre qu'en majorité, les laves du glacis du Nyiragongo sont plus sodiques que potassiques et, d'autre part, avec des valeurs de *cm* comprises entre 0,525 et 0,7, elles contiennent sensiblement deux à trois fois plus de chaux que de magnésie, à deux ou trois exceptions près, ainsi qu'en ce qui concerne les rushayites de la chaîne du Rushayo.

Source : MNHN, Paris

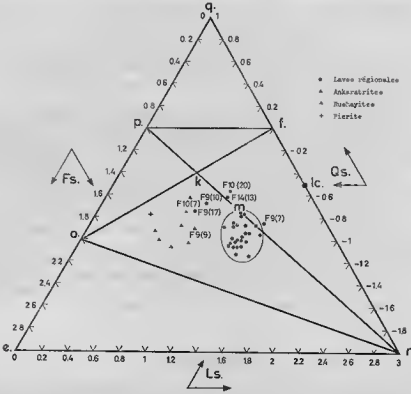


Fig. 35. — Diagramme Ls-Fs-Qs des laves issues des flancs occidentaux et Sud-occidentaux du Nyiragongo. (Chaine du Rushayo, Bugamba, Muja).

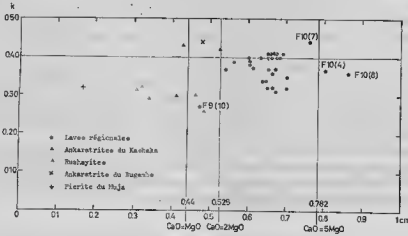


Fig. 36. — Diagramme *k-cm* des mêmes laves que celles de la figure 35.

Source MNHN, Paris

Tableau II

Analyses des laves des coulées anciennes.

	F9(2)	F10(19)	F10(21)	F10(7)	F10(17)	F10(6)	F10(5)
SiO_2	43,15	41,70	42,42	41,42	40,10	39,82	40,30
Al_2O_3	17,60	16,90	12,70	14,75	11,50	17,30	15,80
Fe_2O_3	3,75	3,68	2,08	2,08	4,30	0,47	2,40
FeO	5,61	8,31	8,41	9,47	8,81	8,18	7,45
MnO	0,34	0,30	0,34	0,35	0,33	0,30	0,33
MgO	3,89	4,50	5,86	2,95	8,22	5,00	5,84
CaO	11,40	12,66	14,78	13,46	18,09	16,66	14,52
Na_2O	6,31	4,50	5,62	4,93	2,69	4,19	4,58
K_2O	5,51	3,87	4,64	5,85	2,40	3,44	3,64
TiO_2	1,72	1,35	1,99	2,55	3,14	2,65	2,73
P_2O_5	0,84	0,71	1,12	1,71	0,25	0,65	0,89
CO_2	0,10	—	—	0,33	—	—	—
H_2O^+	0,00	0,75	—	0,01	0,04	0,38	0,71(P.F.)
H_2O^-	0,30	0,29	—	0,34	0,64	0,38	0,30
	100,52	99,52	99,96	100,20	100,51	99,42	99,49

Compositions virtuelles.

An	3,34	14,46	—	0,83	11,95	18,35	11,95
Né	28,97	20,73	22,15	24,44	12,50	19,31	21,02
Lc	25,72	17,88	20,49	27,47	11,34	15,70	16,57
Aeg	—	—	5,54	—	—	—	—
$CaSiO_3$	11,89	2,30	8,64	11,19	14,04	4,81	9,92
Mg —	7,35	6,20	4,50	4,30	9,36	2,50	6,05
Fe —	3,83	5,81	3,90	7,07	3,56	2,18	3,30
Mg_2Sio_4	1,63	3,57	7,14	2,16	7,84	7,00	5,99
Fe_2 —	0,92	3,57	6,78	3,93	3,26	6,58	3,47
Ca_2 —	5,81	4,47	14,06	8,04	13,07	14,92	9,63
Ma	5,57	5,34	0,23	3,02	6,26	0,46	3,48
Ilm	3,19	2,58	3,80	4,86	5,93	5,17	5,17
Ap	2,02	1,68	2,69	4,03	0,67	1,68	2,02
Ca	0,20	—	—	0,80	—	—	—

Paramètres Magmatiques.

F9(2) : Leucitenéphélinite du Bulengo 'III.9.1'.(3)4 [2.2.3.3.]
F10(19) : Albanite néphélinique entre coulées du Gituro y du Rumoka III.8.2'.(3)4 ['2.2'.'3.3].
F10(21) : Mélilitite leucitique à l'Ouest du volcan Bulengo III'.9.1.3(4) [1'.3.3.3].
F10(7) : Leucitenéphélinite à mélilite du km 194,300 de la route du lac III.9.1.3 ['2.(2)3.3.(3)4].
F10(17) : Ankaratrite mélilitique du km 191.400 de la route du lac (III)IV.'8.(2)3.(3)4 [2.3.3.(2)3].
F10(6) : Microniligongite du km 198,200 de la route du lac III.(7)8.(2)3.(3)4 [(1)2.4.3.3].
F10(5) : Etindite du km 200,500 de la route du lac (Keshero) III.8.2.'4 ['2.3.3.'3].

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE II

LES VOLCANS AU NORD DE LA ROUTE

Nous n'étudierons ici que les laves des volcans subaériens et nous joindrons l'examen des hyalotufs du Bushibu à ceux des autres volcans de même nature qui se trouvent tous au Sud de la route. D'autre part, le groupe du Ndosho a déjà fait l'objet de notre étude dans le chapitre précédent (I.B.1.b.).

II.1. — Chaîne du Rushayo.

Celle-ci s'étend du Kashaka au Rubona, ce dernier formant un gros massif au pied Sud-Ouest du Nyiragongo.

II.1.a. — *Le Kashaka.*

Vers le sommet de ce volcan, la lave est très basique (Dn 54.156[1]) [F9(6)]. C'est une *ankaratrite sodopotassique* à nombreux phénocristaux d'olivine et beaucoup moins d'augite très claire ; la pâte très fine contient, en plus de l'augite, de la leucite et très peu de néphéline ; il n'y a pas de mélilite, mais un autre échantillon (Dn 54.157) qui provient de la crête séparant les deux cratères Ouest, en contient beaucoup. Les paramètres de [F9(6)] sont 'IV.8.2.(3).3' [1(2).'3.2'.2]. Analyse tableau III.

A l'extrémité Ouest d'un cratère incomplet situé au Sud et en contrebas du cône principal, nous avons récolté une autre *ankaratrite* (Dn. 56.200) [F9(8)] de même composition minéralogique ; ses paramètres sont 'IV.(7)8 (2)3.4 [2.2(3).2.2] et son analyse est de S. Henry, Tervuren.

Deux échantillons qui paraissent être des blocs projetés ont été trouvés, le premier près du sommet du Kashaka, au niveau du tuf (Dn 56.158) [F9(7)] et, le second, dans les cendres recouvrant l'extrémité Ouest du cratère incomplet ci-dessus (Dn 56.201) [F9(9)]. Ce sont deux *micromiligongites*, mais d'aspect minéralogique et de composition chimique assez différents. La première, riche en alcalis (11 %) et pauvre en magnésie est composée de leucite polymaclée, de néphéline bien développée, de microlites d'augite violacée titanifère et d'augite verte ; ses paramètres sont II(III).8.2.3(4) [2.'2.3.'3]. La seconde, beaucoup plus riche en magnésie et en titane, mais de moitié plus pauvre en alcalis, contient beaucoup de mélilite brunâtre à structure en cheville, par endroits transformée en deeckéite, des phénocristaux d'augite titanifère zonaire et, surtout, d'olivine ; ces cristaux ont souvent une bordure englobant des petits cristaux de minerai opaque ; ils se détachent tous sur un fond de leucite et de néphéline. Les microlites d'augite, pas très nombreux, sont presque incolores ; il existe en outre assez bien de calcite en imprégnation ; on peut observer dans cette lave quelques petites lamelles de biotite et un spinelle brun (magnésiochromite ?). L'analyse de l'échantillon [F9(9)] est de J. Cornil, Tervuren, et ses paramètres sont (III)IV.8.2'.3' [2.(2)3.'3.(1)2'.

Le point représentatif de la première de ces niligongites tombe à proximité de ceux des autres laves des coulées du glacis et se rapproche des albanites néphéliniques. Le point représentatif de la seconde se place au contraire dans le champ des roches basiques, au voisinage des ankaratrites (fig. 35).

Enfin, les deux cratères jumelés du pied Sud-Ouest du Kashaka sont formés d'*albanites néphéliniques* basiques (Dn 56.202) [F9(10)], sans olivine abondante et à augite titanifère ; les leldspathoïdes

Source : MNHN, Paris

sont feutrés d'aiguilles d'apatite ; paramètres : III(IV).'8.(2)3.(3)4 [2.2.2(3).2], analyse de J. Cornil. Leur point représentatif en Ls-Fs-Qs est, lui aussi, voisin du domaine des laves très basiques, de même que dans le diagramme *k — cm* (fig. 35 et 36).

II.1.b. — *Les rushayites de la chaîne du Rushayo.*

J'ai douné le nom de *rushayites* à des laves ultrabasiques exceptionnelles du Nyiragongo (M.-E. Denaeyer, 1965 b, et 1966). On les trouve dans plusieurs des cratères formant la chaîne du Rusbayo, enveloppés par la grande coulée occidentale et jalonnant une profonde fracture du socle précambrien (M.-E. Denaeyer, 1965 a). Ces laves se composent essentiellement de nombreux phéno- et microphénocristaux d'olivine et d'une pâte de mélilite microlitique, plus ou moins chargée de titanomagnétite, de magnésiochromite et, parfois, de pérowskite ; ces trois derniers minéraux ont été déterminés par rayons X à la microsonde électronique (M.-E. Denaeyer et coll., 1971). L'augite et/ou la néphéline peuvent s'associer à ces minéraux, mais, toujours, tout à fait accessoirement. Un peu de verre résiduel et de calcite s'observent aussi dans la pâte.

La composition minéralogique des rushayites est très comparable à celle des *katungites* du Sud-Ouest de l'Uganda (A. Holmes, 1937), à cela près qu'elles sont plus sodiques que potassiques et qu'au lieu de leucite, de kalsilite ou d'un verre équivalent, c'est un peu de néphéline qui peut s'y substituer ; d'autre part, les rusbayites sont trois fois plus pauvres en titane.

Cinq de ces *rushayites* ont été analysées. Celle du cratère Gatwe forme les lapilli et des blocs dans le tuf calcitique de ce volcan. Elle contient un peu de pérowskite (Dn 56.52') [F9(5)] ; (analyse tableau III) ; (microph. 1) ; paramètres 'IV.(7)8.'3.4 [(1)2.(4)5.(2)3.(1)2].

Au Nord-Ouest du Gatwe, les laves du Nyabusa ont les mêmes caractères (Dn 56.54 et 55) [F9(4)]. Le banc supérieur de ces laves stratifiées renferme un peu d'augite brune et de la néphéline ; paramètres IV.(7)8.(2)3.'4 [1'.(4)5.2.(1)2].

Le bord Est du cratère et des bombes du flanc Nord-Est du Kaboro sont aussi formés de *rushayite* (Dn 56.57 à 60). Rappelons que c'est sur le bord Sud-Est du volcan qu'affleurent des roches granitoïdes rubéfiées du socle cristallin.

Le Rushayo, lui aussi — et bien qu'il soit difficile de préciser sa nature en raison du couvert végétal et parce qu'il est en partie recouvert par les laves régionales — nous a livré des bombes de *rushayite* à sa corne orientale (Dn 56.81) [F9(3)] ; paramètres IV.8.2.'4 [1(2).4(5).2.'2].

Du Mbati nous n'avons pu que récolter, au sommet, des scories qui semblent être des *ankaratites mélilitiques* (Dn 56.67).

La lave du Rutoke est encore une *rushayite* typique (Dn 56.68) [F9(1)] contenant de rares cristaux d'augite aegyrinique ; paramètres 'IV.8.2.4 ['2.'4.(2)3.2].

Enfin, du gros massif du Rubona, nous avons examiné deux échantillons tout aussi typiques de *rushayite*, récoltés sur son flanc Sud (M.-E. Denaeyer, 1969). Étudiés à la microsonde électronique (M.-E. Denaeyer et coll., 1971), ils ont encore montré l'existence de magnésiochromite en inclusions dans l'olivine et de titanomagnétite. Ils contiennent aussi de rares cristaux d'augite, mais pas de pérowskite [F9(12)] ; paramètres IV.8'.2.'4 [1(2).4.2.'2] ; analyse de C. Chavai, Université de Bruxelles et C. van Oosterwijck-Gastuche, Tervuren.

Nous avons laissé en dehors de ces données les cratères ou éminences situés un peu à l'Ouest des précédents en raison de leur caractère extrêmement scoriacé et de l'impossibilité d'une détermination optique convenable. Tous sont formés de scories très opaques dans lesquelles on ne voit guère que quelques silhouettes cristallines. De l'éminence non dénommée entre le Kashaka et le Ndamukoro, nous n'avons pu trouver dans une scorie (Dn 56.62) que de l'olivine et de la mélilite. Est-ce une rushayite ou non ? Aucune analyse chimique n'a été faite. Plus au Nord, une scorie du Ndamukoro (Dn 56.63) contient leucite, néphéline et mélilite en partie transformée en deeckéite, de l'olivine et de l'augite microlitique. Un seul cristal d'augite violette titanifère a été vu. Il semble donc probable que cette scorie soit attribuable soit à une *leucitenéphélinite*, soit à une *albanite néphélinique*. Enfin, du Nyabilebe, nous ne possédons qu'une scorie entièrement rubéfiée (Dn 56.64) dans laquelle on ne peut rien distinguer.

Source : MNHN, Paris

Nous avons pointé les paramètres des cinq *rushayites* analysées dans le diagramme Ls-Fs-Qs où l'on voit qu'elles occupent une aire à mi-distance de l'olivine et de la mélilite (fig. 35).

Dans le diagramme *k-cm* (fig. 36), elles se placent dans le domaine des roches plus sodiques que potassiques (*k* voisin de 0,3) et, à l'exception de deux d'entre elles, à teneur en magnésie plus élevée que celle de la chaux (*cm* < 0,44).

II.2. — Le Bugamba.

La lave du volcan Bugamba (Dn 56.70 [F8(2)] est une *ankaratrite mélilitique* à affinité basanitique. Elle contient des phéno- et des microphénocristaux d'augite brune zonaire, d'olivine, des lattes de mélilite à bordure plus biréfringente et de la leucite ; sa pâte est microlitique avec augite, mélilite abondante et minerai opaque. Ses paramètres sont (III)IV.7'.3.3. [2.3.2(3).2]. Elle est plus riche en potasse qu'en soude. Son analyse est de J. Cornil, Tervuren (analyse, tableau III). Son point représentatif en Ls-Fs-Qs coïncide avec celui de l'ankaratrite du cratère incomplet du Sud du Kashaka [F9(8)] ; en *k/cm* il est à proximité de [F9(6)] et de [F9(9)] également du Kashaka.

II.3. — Le Muja.

Th. G. Sahama et A. Meyer ont publié (1958) une analyse par M. Lheureux (Tervuren) de la *picrite* du Muja (S14) (Dn 56.77) que nous reproduisons au tableau III. Dans cette proche, [F8(1)] la forstérite (90,2 % Fo) en gros cristaux est très abondante et le clinopyroxène titanifère rare ; dans sa pâte on distingue l'oviline, le clinopyroxène microlitique et un peu de minerai opaque ; aucun feldspathoïde n'est présent. C'est la lave la plus basique de toutes celles que nous avons examinées ; ses paramètres sont IV.7.3.'4 [1(2).4.1(2).(1)2], (tableau III).

Cette picrite alterne avec des couches riches en agglomérats de phénocristaux de leucite polymaclée ainsi qu'en microcristaux ; la pâte est la même que ci-dessus, mais avec beaucoup de minerai dendritique et des traces de néphéline (S. 13).

Conclusions.

De ce qui précède, on peut conclure que les laves des volcans au Nord de la route, sont ultrabasiques. Ces volcans jalonnent des failles très importantes probables du socle précambrien (fig. 2). Nous verrons d'ailleurs, dans le chapitre suivant, que ce caractère ultrabasique semble bien corroboré par la présence de plusieurs enclaves de nature voisine, dans les volcans d'byalotufs du Sud de la route, situés sur le prolongement de ces failles. Il apparaît donc que ces produits ultrabasiques proviendraient d'un niveau magmatique probablement différent de celui des laves qui, issues du centre centre nyiragongien, constituent les grandes coulées régionales. Il se pourrait, par exemple, que ces laves ultrabasiques représentent une partie plus profonde et plus proche du manteau. Les figures 35 et 36 donnent les points figuratifs des laves ci-dessus que l'on peut ainsi comparer aux précédentes.

Source : MNHN, Paris

Tableau III.

Analyses des laves de la chaîne du Rushayo, du Bugamba et du Muja.

	F9(6)	F9(5)	F9(12)	F8(2)	F8(1)
SiO_2	43,82	36,57	38,16	39,19	41,00
Al_2O_3	10,45	10,40	6,62	11,38	7,93
Fe_2O_3	2,59	3,91	3,07	3,90	2,88
FeO	7,24	4,62	7,71	7,06	8,49
MnO	0,24	0,27	0,19	0,22	0,15
MgO	13,92	15,95	20,76	12,54	27,17
CaO	14,44	19,34	12,76	16,34	7,60
Na_2O	2,37	2,58	2,22	1,98	1,39
K_2O	2,69	1,71	1,48	2,35	0,95
TiO_2	1,83	1,32	1,80	3,10	2,00
P_2O_5	0,56	1,09	1,13	0,91	0,23
CO_2	—	0,88	0,40	0,81	—
H_2O^+	0,42	0,00	1,83	0,37	0,48
H_2O^-	0,00	0,49	0,10	0,04	0,03
	100,57	99,13	98,30 [1]	100,19	100,30

Éléments mineurs de F9(5)	
Cr_2O_3	0,08
V_2O_3	0,03
Ga_2O_3	0,001
BaO	0,053
SrO	0,12
NiO	0,05
CoO	0,005
CuO	0,03
PbO	< 0,001
ZrO_2	0,06
SnO_2	0,001
Li_2O	0,01
Cl	0,018
S... total	0,12

(An. de P. Herman, Tervuren)

Composition virtuelles.

An	10,01	11,68	3,89	15,29	11,95
Né	10,79	11,93	9,94	9,09	6,53
Lc	12,64	7,85	6,98	10,90	4,80
$CaSiO_3$	18,04	3,25	10,56	12,00	9,74
Mg—	13,10	2,60	8,05	9,25	7,50
Fe—	3,23	0,26	1,39	1,45	1,19
Mg_2SiO_4	15,19	26,11	30,70	15,51	42,28
Fe_2—	4,03	2,65	5,87	2,71	6,94
Ca_2—	4,59	19,69	8,98	8,23	0,52
Ma	3,71	5,57	4,41	5,57	4,18
Ilm	3,50	2,43	3,50	5,93	3,80
Ap	1,34	2,69	2,69	2,02	0,34
Ca	—	2,00	0,90	1,80	—

1. Cl = 0,05 et S = 0,02 compris dans le total.

Paramètres Magmatiques.

F9(6) : **Ankaratrite, sommet du Kashaka** 'IV.8.2(3).3' [1(2).'3.2'.2].
F9(5) : **Rushayite, volcan Gatwe** 'IV.(7)8.'3.4 [(1)2.(4)5.(2)3.(1)2].
F9(12) : **Rushayite, volcan Rubona** IV.8'.2.'4 [1(2).4.2.'2].
F8(2) : **Ankaratrite mélilitique, Bugamba** (III)IV.7'.3.3 [2.3.2(3).2].
F8(1) : **Picrite, Muja** IV.7.3.'4 [1(2).4.1(2).(1)2].

Source MNHN, Paris

CHAPITRE III

LES VOLCANS D'HYALOTUFS

Quelques résultats de nos recherches pétrographiques sur les volcans d'hyalotufs ont été publiés avec H. Hart (1954) puis, en 1963, avec le concours de mes anciens élèves, G. Fortems, P. de Henau et P. Pasteels.

Si l'on s'en tient aux généralités (M.-E. Denaeyer, 1963), on notera que la dimension de leur lapilli varie de 0,05 à 7 mm environ. Les plus volumineux ont très souvent une structure fluidale soulignée par l'étirement de leurs vacuoles et/ou par des traînées de minerais opaques diffus. Leurs contours, capricieux et curvilignes, sont interrompus par les invaginations des vacuoles marginales éclatées. Ces lapilli sont accompagnés d'une foule de menus éclats de toutes tailles, à angles très aigus et bords courbes ; leur dimension peut se réduire à celle de poussières presque imperceptibles, ou bien une gangue isotrope et homogène peut les remplacer. Des éclats s'observent souvent à l'intérieur des vacuoles externes ou d'apparence interne en lame mince. Certains lapilli sont criblés de hulles gazeuses minuscules.

Les lapilli et les éclats sont généralement palagonitisés à des degrés divers. Conformément à l'usage (M. A. Peacock, 1926) nous désignons sous le nom de *palagonite* les produits de l'altération marginale ou complète du verre originel brun havane à brun marron, appelé *sidéromélane*, qui constitue les lapilli. Cette altération se manifeste par une modification de la couleur qui devient, en général, jaune d'or ou orangé, parfois brun roux, jaune verdâtre ou vert olive. Quelle que soit sa couleur, la palagonite peut être isotrope (*palagonite colloïdale*) ou bifroradiée et biréfringente (*fibropalagonite*). Quand ces diverses manières d'être sont associées, la structure est concentrique.

La sidéromélane est généralement lézardée par des craquelures irrégulières. Celles-ci ne se prolongent que rarement dans l'auréole de palagonite, même quand cette dernière est découpée par des fissures. Les *fissures* de la palagonite se distinguent d'ailleurs des *lézardes*, par leur disposition grossièrement radiaire. Les lézardes sont donc en relation avec les tensions subies par les lapilli suite à un brusque refroidissement. Notons aussi qu'elles peuvent intéresser à la fois la sidéromélane et des cristaux intratelluriques inclus dans les lapilli et dans lesquels elles se prolongent sans interruption. Cette fracturation en lézardes a probablement aussi produit la plupart des éclats et la poussière hyaloclastique interstitielle. Ces lézardes et ces éclats sont antérieurs, de toute évidence, à la palagonitisation. Celle-ci se ferait avec une augmentation de volume qui aurait pour effet de colmater les lézardes au cours de la transformation. Quant aux fissures radiaires de la palagonite, elles ne peuvent être que postérieures à la palagonitisation et correspondraient à une dessication ultérieure.

De la sidéromélane à la palagonite, l'indice de réfraction tend, en général, à diminuer, mais il y a cependant de nombreuses exceptions à cette règle. L'indice de la sidéromélane varie en général de 1,58 à 1,60 ou plus et celui de la palagonite peut s'abaisser jusqu'à 1,52 (voir M.-E. Denaeyer, 1963).

Enfin, la fibropalagonite présente une biréfringence variable, depuis la plus faible, jusqu'aux tons jaune à bleu du premier et du second ordre. Quand elle frange les vacuoles ou les lapilli, elle montre des segments de la croix noire caractéristique de la structure sphérolitique. L'allongement des fibres est toujours positif, sans exception, et leur extinction, droite.

Source : MNHN, Paris

Les produits secondaires, généralement abondants, qui se développent entre les lapilli et les éclats ou à l'intérieur des vacuoles, sont des zéolites et des carbonates. La zéolite dominante semble être la natrolite sphérolitique ; les carbonates sont le plus souvent de la calcite, celle-ci, aussi, fréquemment sphérolitique. D'après les analyses publiées par H. J. Hoppe (1941), il semble que la transformation de la sidéromélane en palagonite se fait avec perte de SiO_2, Al_2O_3, MgO, CaO et Na_2O et augmentation de H_2O. Ceci semble suffisant pour expliquer la formation, au moins partielle, de la natrolite, des autres zéolites et des carbonates, sans apports extérieurs. Voir aussi à ce sujet R. L. Hay et A. Ajima (1968) qui concluent dans le même sens.

Pour terminer, disons que la palagonitisation, la zéolitisation et la carbonatation de la sidéromélane ne sont pas invariablement des phénomènes simultanés ; ils peuvent être indépendants ou — plus exactement — un ou plusieurs des produits secondaires, y compris la palagonite, sont tour à tour récessifs ou dominants.

Il est possible, dans beaucoup de cas, de rapporter les hyalotufs, soit au domaine du Nyamuragira, soit à celui du Nyiragongo, d'après nature des minéraux caractéristiques des laves de ces deux ensembles et qui étaient déjà cristallisés avant l'éruption sous-lacustre. Toutefois, disons tout de suite que, dans leur immense majorité, les volcans d'hyalotufs du Kivu sont des satellites du Nyiragongo.

Cependant, tous ces hyalotufs étant vitreux, ils ne renferment en moyenne que 3 %, en volume, de minéraux magmatiques, soit inclus dans les lapilli, soit indépendants de ceux-ci, et — très rarement — des microlites ou cristallites appartenant à un second temps de cristallisation. L'absence même de ces minéraux ne signifie rien à elle seule. Il faut combiner ce caractère à celui de la nature des enclaves lavïques charriées par les tufs et qui révèlent la nature de leur substrat volcanique. Les minéraux magmatiques dominants, inclus dans les tufs, presque toujours présents, sont l'augite titanifère violacée ou brune, l'olivine, la magnétite en cristaux ou diffuse et cristallitique, et l'apatite. Ces minéraux ne sont pas par eux-mêmes discriminatoires, mais on peut observer, en outre, mais plus rarement, les minéraux indices spécifiques des laves du Nyiragongo, à savoir : la néphéline, la leucite, la mélilite et la pérowskite ou la magnésiochromite. Enfin, si l'on n'y voit que des microlites de plagioclase, on peut à coup sur rapporter l'hyalotuf au domaine nyamuragirien.

Une dernière observation concerne l'appellation d' « hyalotufs » que nous avons utilisée dans la présente version des choses et non celle d' « hyaloclastites » comme en 1963. Sans doute, nos « hyalotufs » sont-ils pétris d'hyaloclastes, fragments petits ou grands de verre volcanique, de « sidéromélane » éclatè, mais nulle part, nous n'avons pu détecter la présence, dans nos volcans de tufs, de laves ou fragments de laves en coussins. S'il en a existé, ces laves, ou sont restées enfouies sous le lac, ou ne se sont pas produites. S'il s'agit bien d'anciennes éruptions sous-lacustres à caractère strombolien et sans coulées de laves visibles, nos tufs sont bien alors des « hyalotufs » au sens de J. Honnorez (1966) et non des « hyaloclastites » au sens de A. Rittmann (1958) (voir notre infra-paginale, p. 8).

III.1. — Le Kitubaru (ou Kirutale).

L'*hyalotuf* du Kitubaru est formé de lapilli brun havane, vacuolaires, lézardés et fragmentés Ils renferment quelques petits cristaux d'augite et de minerai opaque, ainsi que quelques aiguilles d'apatite. En bordure des lapilli et entre ceux-ci, il y a une foule de petits éclats. En Dn 56.46, provenant de l'affleurement du sommet Nord du Kituharu, on ne voit aucune palagonitisation ; c'est de la sidéromélane pure ; par contre, entre les lapilli, il y a des imprégnations de calcite, en arabesques. En Dn 56.48, provenant d'une crevasse du cratère Sud, tous les lapilli et les éclats sont bordés d'une très mince couche de fibropalagonite plus jaune et, de plus, les éclats sont entourés de houppes minuscules d'une zéolite aciculaire ; il n'y a pas ici, de calcite.

Aucune *enclave* lavique n'ayant pu être récoltée dans le tuf du Kitubaru, son appartenance reste donc douteuse.

Source : MNHN, Paris

III.2. — Le Nzuru.

L'*hyalotuf* de la falaise orientale du Nzuru (Dn 54.160) est très grossier et stratifié. Ses lapilli noirs peuvent atteindre 1 cm et sont inclus dans une gangue grise. En lame mince, ce tuf apparaît littéralement farci de minéraux intratelluriques : augite brunâtre zonaire et olivine, incluses tant dans les lapilli que dans la gangue. Les lapilli et les éclats mêlés à la gangue qui les entoure sont de sidéromélane pure, brun havane claire, à nombreuses vacuoles sphériques, généralement vides ou, plus rarement, emplies de calcite et, sauf quelques exceptions, dépourvues de liséré de fibropalagonite, de même d'ailleurs que la bordure des lapilli. Ceux-ci contiennent de nombreuses aiguilles d'apatite. Enfin, la gangue qui cimente les lapilli et les éclats est formée de calcite d'un brun sale, limonitisée.

Les *enclaves* prélevées dans le tuf de la falaise orientale du Nzuru comprennent des galets de *kivitoïdes* [1] (Dn 54.161 [1] et [2]) [F12(18)] à phéno- et microphénocristaux abondants d'augite brunâtre zonaire et moins d'olivine ; la pâte microlitique contient essentiellement du plagioclase basique (50 % An) et du minerai opaque et très peu d'augite. La composition chimique donne pour paramètres III.7.3.3 [(1)2.2.2(3).'3]. Il y a également des enclaves de *néphélinites leucitiques* (Dn 54.161 [3]), riches en néphéline mésostatique, avec quelques cristaux glomérophyriques de leucite maclée et une pâte microlitique riche en clinopyroxène incolore et minerai opaque (microph. 2).

Il semble donc que les enclaves charriées par le tuf du Nzuru proviennent, les unes, des coulées du Nyamuragira et, les autres, du Nyiragongo. Ceci indiquerait donc une superposition des laves de ces deux édifices volcaniques en cet endroit.

La confirmation de ceci se retrouve d'ailleurs dans les échantillons récoltés dans le « pédoncule » et au fond du cratère du Nzuru. Le premier est une lave vitreuse d'*albanite néphélinique* passant à l'étindite (Dn 54.159) [F11(17)] de paramètres III'.'9.1(2).'4 [2.1.3.3]. Sa composition est la même qu'en Dn 54.161 [3], à cela près que les microphénocristaux de leucite y sont beaucoup plus abondants et que la néphéline y forme également de petits microphénocristaux, mais plus rarement. Il faut ajouter que ces deux laves contiennent aussi des microphénocristaux d'apatite, assez abondants.

Le second échantillon (Dn 54.135) [F11(18)] est curieusement un *basalte alcalin* β' à grands phénocristaux d'augite et d'olivine et pâte surtout formée d'augite brune et de microlites filiformes de plagioclase à 45 % An, d'ailleurs très peu abondants. Les paramètres de cette lave sont III.5.3.(3)4 ['2.1'.2(3).3']. On peut se demander s'il s'agit d'une lave différenciée d'une kivite nyamuragirienne ou d'un véritable basalte. Il serait alors totalement exceptionnel et unique dans ce secteur des Virunga.

Enfin, nous avons récolté dans le cratère du Nzuru (Dn 54.136) un galet d'*amphibolite quartzo-feldspathique* à hornblende verte accompagnée d'un peu de biotide ; entre quartz et plagioclases, voire entre hornblende et quartz, les structures diablastiques ou en crible sont la règle. S'il n'y a été apporté, cet échantillon ne peut provenir que du socle schistocristallin précambrien sous-jacent.

Reste à examiner les produits des deux petits évents de l'extrémité de la corne Ouest du cratère, formant le Kitundu et considérés comme très récents. Ce sont (Dn 56.54) des *étindites* passant chimiquement à des *basanites leucitiques* [F11(16)], de paramètres III.7.2'.'4 [2.1.3.2'], mais de composition minéralogique très semblable à celles de Dn 54.161 [3] et 54.159 (néphélinites leucitiques ou albanites néphéliniques). Ces évents ont donc des compositions chimico-minéralogiques qui les rattachent au domaine du Nyiragongo (analyse tableau V 1).

III.3. — Le Kibiriga-Tshima (ou Mihonga.)

Les *hyalotufs* brun jaunâtre, grossièrement stratifiés et très poreux de ces deux volcans (Dn 54. 132 et 133) ont exactement le même aspect. Leur structure est typiquement vitroclastique. Les lapilli

1. Et non « kivites », ni à « leucite zonée », comme indiqué erronément dans le *Recueil* de 1965.

Source : MNHN, Paris

de sidéromélane brun havane et lézardés, parfois à structure fluidale et d'environ 0,2 à 0,3 mm, ainsi que les éclats, sont tous largement bordés, d'abord, de palagonite d'un brun soutenu, puis jaune orangé et, ensuite, de fibropalagonite brun clair ; la biréfringence de cette dernière peut atteindre le premier violet, voire le bleu ; de plus, cette fibropalagonite est elle-même frangée de houppes et sphérolites de natrolite ; celle-ci envahit toute la préparation, même les vacuoles internes et cimente lapilli et éclats entre eux (microphotos 3 et 4) ; par contre, il n'y a pas de trace de calcite. Enfin, l'indice de la sidéromélane est supérieur à 1,58 et celui-ci s'abaisse à environ 1,545 dans la fibropalagonite. Quelques cristaux d'augite, d'olivine très rare, de minerai, quelques lattes d'apatite et, enfin un cristal unique de mélilite (Dn 54.132) ont été observés dans ces hyalotufs.

Aucune *enclave* lavique n'y a été trouvée, mais la présence d'un cristal intratellurique de mélilite suffit à signer leur origine nyiragongienne.

III.4. — Les Kabazana.

Les *hyalotufs* des Kabazana (Dn 54.110 et 112) sont brun roux, à éléments assez grossiers et non stratifiés. Les lapilli, de 1 à 5 mm, sont abondants, noirs un peu ternes, et les cavités nombreuses.

Le tuf du Kabazana occidental et d'autres, de l'oriental, sont riches en sidéromélane palagonitisée en bordure de tous les lapilli et éclats. Cette bordure jaune d'or est presque partout isotrope ; par contre, tous les interstices sont garnis de natrolite. Les minéraux intratelluriques ne sont guère représentés que par du minerai, de l'augite et de l'apatite.

La figure 37 montre un des lapilli bordé, dans la cavité, de palagonite colloïdale zonaire et, dans la bordure de palagonite, les fissures sans connexion avec les lézardes.

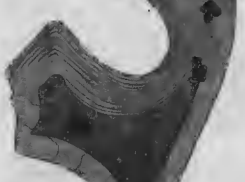


Fig. 37. — Kabazana oriental. Lapilli à sidéromélane lézardée, auréolée de palagonite colloïdale zonaire, à fissures plus ou moins radiaires, indépendantes des lézardes de la sidéromélane. En noir inclusions de cristaux intratelluriques de magnétite.

D'autres portions du tuf du Kabazana oriental (Dn 54.110[X]) [F11(14)] (analyse, tableau IV) contrastent avec les précédentes en ce qu'elles sont riches en fibropalagonite très développée, jaune d'or à orangé ou rouge, avec des teintes de biréfringence allant jusqu'au bleu du deuxième ordre. De plus, les produits secondaires, calcite et natrolite, y sont abondants ; il est fréquent que la calcite occupe le centre des vacuoles et soit bordée de natrolite ou vice-versa (microph. 5). Enfin, aux minéraux intratelluriques cités ci-dessus, s'ajoutent l'olivine, la mélilite et, plus rarement, la néphéline. L'indice de la sidéromélane est supérieur à 1,59 et celui de la fibropalagonite, d'environ 1,535 à 1,545. Par contre, la palagonite colloïdale peut avoir $n > 1{,}56$.

Les *enclaves* du Kabazana occidental sont nombreuses. Il semble d'abord que les tufs en con-

Source : MNHN, Paris

tiennent qui semblent être de *tuf remanié*. Celles-ci ont leurs lapilli et éclats bordés d'un très fin liséré de fibropalagonite (Dn 54.124 [5]) et le tout est saupoudré de petites mouches de calcite ; on a aussi identifié de petits amas glomérophyriques de leucite (microph. 6), un cristal d'augite zonaire, du minerai opaque et un peu d'apatite, dans les lapilli.

Les autres enclaves sont entièrement laviques : trois *kivites* riches en leucite (Dn 45.124 [2] [3] [4]) et deux autres enclaves également riches en leucite sont des *albanites néphéliniques* (Dn 54.124' et 54.124) [F12(16) et (17)]. Leurs paramètres sont '111-111.8.2'.'4-4 [2.(2)3'3-3]. L'analyse de [F12(17)] est reproduite au tableau V.1.

Quant au Kabazana oriental, la seule enclave récoltée est une *kivite* (Dn. 54.110'), elle aussi assez riche en leucite ainsi qu'en microlites d'olivine.

Il apparaît donc, une fois de plus, que le substratum des Kabazana est fait de laves tant nyamuragiriennes que nyiragongiennes, mais les minéraux présents dans les hyalotufs (mélilite) indiquent déjà leur appartenance au domaine du Nyiragongo.

Rappelons d'ailleurs, qu'au pied Nord du Kabazana oriental on peut voir les débris d'un ancien petit cône, coincé entre le Kabazana et la coulée du Rumoka et que l'analyse de la scorie vitreuse dudit cône (Dn 54.123) [F11(15)] indique qu'il s'agit encore d'une *albanite néphélinique* ou d'une *mélilitite leucitique*, de paramètres 'III.7(8).3.(2)3 [1(2).4.2.'3].

III.5. — Le « Lac Vert ».

Il convient d'abord de rappeler les appellations indigènes des diverses parties du « Lac Vert ». La corne occidentale, la plus élevée, est la Nyamutsibu, la corne orientale, le Busara ; le cratère s'appelle Kakombe et le lac, Lwabikari.

Ce complexe est entièrement formé d'*hyalotufs* à stratification oblique, dont certaines parties ont été remaniées et constituent alors des brèches intraformationnelles. D'autre part, ces hyalotufs contiennent de nombreuses enclaves laviques. L'hyalotuf de la paroi Nord-Ouest du Kakombe (Dn 52. 56) [F11(8)], (analyse, tableau IV) est gris clair à beige, assez grossier, et à lapilli mal calibrés ; leur taille peut dépasser le centimètre. Les lames minces taillées dans ce tuf ont des aspects variés.

En Dn 52.56 [1], les lapilli, assez petits, et beaucoup d'éclats, ont un cœur de sidéromélane brun havane et isotrope. Ils sont tous bordés — ou les éclats sont entièrement formés — de palagonite jaune d'or colloïdale avec une étroite bordure de fibropalagonite. Les vacuoles, rondes ou elliptiques, sont également bordées de fibropalagonite et sont garnies, à l'intérieur, de sphérolites de natrolite. Il n'y a guère de calcite parmi les produits secondaires.

La lame 52.56 [3] ressemble à la précédente, sauf à dire que les lapilli de sidéromélane brune sont beaucoup plus grands et que certains d'entre eux sont parcourus de bandes sombres qui se résolvent, au fort grossissement, en une poussière de minerai opaque ou en oursins de cristallites indéterminables. Ici, les minéraux secondaires sont, en plus des sphérolites de natrolite, de la calcite, et tous deux garnissent les vacuoles ainsi que les interstices de la pâte formée d'éclats et de poussière volcanique.

La troisième lame (52.56 [2]) est très hétérogène. Certains lapilli sont presque opaques, d'autres brun havane ou brun rouge ou, enfin, vers olive clair. Beaucoup de lapilli ont une structure fluidale à vacuoles allongées et le tout est fortement palagonitisé, en grande partie en fibropalagonite.

La biréfringence de la fibropalagonite des lapilli verts est toujours plus basse que celle des autres lapilli. Les bruns (sidéromélane) peuvent passer progressivement aux verts et ces derniers seraient donc aussi un produit de la palagonitisation que L. Fermor (1928 et 1931) désignait sous les noms de céladonite et de delessite ; celles-ci semblent apparentées à la serpentine. Par contre, d'après cet auteur, la palagonite jaune, qu'il appelle chlorophaeite, serait une chlorite « très spéciale ».

Quant à la gangue, outre de nombreux éclats palagonitisés, elle est formée essentiellement de calcite (ou d'aragonite ?) souvent en houppes. Ailleurs, la gangue paraît presque isotrope, bien que de petits cristallites polarisent, fort bas, avec allongement positif (natrolite ?). Ces éléments garnissent aussi les vacuoles.

Source : MNHN, Paris

Enfin, ces trois lames présentent, dans les lapilli ou hors de ceux-ci, des cristaux intratelluriques de pyroxène (celui-ci, dans un cas, en petits amas rayonnants), d'olivine, d'apatite et de magnétite. L'analyse globale de cet hyalotuf par C. Delmotte, du Service géologique de Bukavu, est reproduite au tableau IV (M.-E. Denaeyer et H. Hart, 1954, p. 109) sous le sigle [F11(8)].

Un hyalotuf d'un fragment remanié dans les précédents est remarquable par sa pureté et à été aussi analysé (Dn 54.171 [4]) [F11(9)] (analyse, tableau IV). Il est gris verdâtre foncé, à lapilli vert olive de palagonite colloïdale, d'indice supérieur à 1,54, et qui peuvent atteindre 7 mm, ainsi que d'éclats de toutes tailles. La gangue en est également gris verdâtre, cinéritique, très fine, et chargée de calcite. Les vacuoles des lapilli, bordées de fibropalagonite, sont garnies de zéolites semblables à celle dont il va être question ci-après en Dn 54.61, avec, de plus, de la natrolite ; la calcite qui les garnit également est souvent fibreuse, comme dans 52.56[2]. Il existe aussi quelques lapilli opaques ou semi-opaques et les minéraux intratelluriques, fort rares, sont les mêmes que précédemment.

L'hyalotuf de la paroi Sud-Ouest du Kakombe (Dn 54.61) est fin, gris verdâtre pâle, à gangue blanche. Il est surtout formé d'éclats de palagonite et de fibropalagonite vert olive et d'une gangue de calcite abondante. Les vacuoles sont aussi garnies de calcite, ou bien de sphérolites négatifs que j'attribue, avec réserve, à la stilbite. Celle-ci forme encore des agrégats de lamelles. Aux sphéorolites sont associées de petites houppes sphérolitiques d'indice plus élevé, attribuables, peut-être, à l'épistilbite ou à la phillipsite. Enfin, nous avons noté dans ce tuf une zone entièrement formée de cristaux d'analcime.

Au km 192,200 de l'ancienne route, à sa traversée du flanc Est du « Lac Vert », les hyalotufs, remaniés dans l'affleurement, sont littéralement gorgés d'enclaves laviques. Avant de décrire ou d'énumérer ces dernières, jetons un dernier coup d'œil sur les hyalotufs de ce gisement (Dn 54.145 [1 à 3] et [11]). Ce sont de beaux tufs formés quasi entièrement de palagonite colloïdale jaune d'or (sauf en 54.145 [11]) dont les lapilli, parfois à structure fluidale, renferment des noyaux ou des résidus de sidéromélane lézardée. La gangue en est faite d'éclats de même nature, cimentés par de la calcite toujours fibreuses Quelques lapilli sont opaques et laviques avec olivine et mélilite, d'autres sont rouges et entièrement transformés en fibropalagonite. Tous les lapilli jaune d'or, les éclats et les vacuoles sont bordés d'un fin liséré de fibropalagonite. L'intérieur des vacuoles est garni de calcite et de natrolite, peut-être aussi de stilbite ou de phillipsite. Enfin, les minéraux intratelluriques sont, comme d'habitude, l'olivine, l'augite, l'apatite, la magnétite, voire la mélilite et la pérowskite. Mais on observe aussi d'assez nombreux éclats de quartz clastique et de feldspath, dérivés du substratum. Le mélange de ces éléments, de lapilli et d'hyalotuf est parfois très intime (Dn 54.145 [3]). La lame Dn 54.145 [3] présente de beaux exemples de zonation de ses lapilli : la fig. 38 montre, au centre, en 1, la sidéromélane lézardée, d'indice voisin de 1,59 ; en 2, une palagonite isotrope jaune d'or, d'indice inférieur à 1,59 ; en 3, une palagonite jaune

Fig. 38. — « Lac Vert ». Lapilli montrant divers stades de la palagonitisation. Les numéros renvoient au texte.

Source : MNHN, Paris

d'or, d'indice plus grand que 1,54 ; en 4, la même palagonite d'indice un peu plus petit ou égal à 1,54 ; en 5, une fibropalagonite d'indice supérieur à 1,54 et à biréfringence très faible ; enfin, en 6, une fibropalagonite d'indice à peu près égal à 1,54 et à biréfringence à teintes vives du premier ordre.

Il nous reste à parler de l'hyalotuf Dn 54.145[11], à texture très fine, gris bleuté et à gangue blanche. En lame mince, cet hyalotuf est entièrement formé de lapilli et d'éclats, tous vert olive à gris vert et d'indice supérieur à 1.54. Plusieurs lapilli ont une texture fluidale à vacuoles elliptiques. Certains d'entre eux ont une structure fibreuse, cette fibropalagonite polarisant alors dans le gris du premier ordre ; toutefois, la plupart, de même que la bordure des nombreuses vacuoles, sont cerclés de fibropalagonite d'un vert plus sombre, polarisant dans le jaune du premier ordre. Mais le caractère essentiel de ces lapilli et des éclats est d'être criblés de très petits globules d'une matière qui semble isotrope et d'indice supérieur à celui de la palagonite ; ces globules qui enplissent toute la lame se concentrent surtout à la périphérie des lapilli où ils sont les plus gros (environs 5 microns) et autour des vacuoles ; leur nombre diminue généralement vers le centre qui reste clair (microph. 7) ; au fort grossissement et sous un éclairage intense, ces globules pourraient sembler très faiblement biréfringents ; leur faible dimension et leur position dans l'hyalotuf rendent toute détermination optique impossible. Enfin, la gangue qui cimente tous les lapilli et les éclats, de même que le remplissage des vacuoles, est de calcite souvent fibroradiée et aussi de zéolites qui paraissent tous formés de natrolite.

Il y a lieu de remarquer que la présence des globules se manifeste aussi dans d'autres hyalotufs étudiés antérieurement, tout spécialement dans la palagonite verte.

Enfin, les rares minéraux intratelluriques sont l'olivine, l'augite et l'apatite.

Les enclaves. — Les hyalotufs du « Lac Vert » paraissent particulièrement riches en enclaves laviques.

Dans la paroi Nord-Ouest du Kakombe, près du sommet du Nyamutsibu, une série d'enclaves (Dn 54.171[1 à 3]) est formée de *mélilitites leucitiques* ou bien d'*ankaratrites sodipotassiques*, toutes riches en tablettes rectangulaires de mélilite brune et à grands phénocristaux et microphénocristaux d'olivine et d'augite titanifère, cette dernière zonée, parfois à structure en crible, parfois glomérophyrique ; la pâte de ces roches contient des microlites d'augite, d'apatite, de minerai et du verre, essentiellement. En 54.171[1 et 2], il semble y avoir un spinelle incolore, en petits cristaux arrondis, isotropes et à très forte réfringence. En 54.171[2], il y a, en outre, dans la pâte, de la néphéline mésostatique et de la leucite. L'échantillon 54.171[3] est mixte (microph. 8) : c'est un hyalotuf à lapilli verts, comme ceux de 54.171[4], avec gangue de calcite abondante, soudé à ou incluant des lapilli de lave identiques aux précédents et, de plus, très riches en olivine. On note également dans cette roche la présence de quartz clastique et même de minuscules fragments de roche sédimentaire à quartz détritique.

Plus bas, dans la paroi Nord-Ouest du Kakombe, les enclaves laviques (Dn 54.59 et 59 *bis*) sont admirables *mélilitites néphéliniques* à grands phénocristaux craquelés de néphéline et d'autres, plus petits ; les lattes de mélilite à allongement positif, et nettement biréfringentes en 54.59, peuvent atteindre 1,5 mm ; elles sont extrêmement abondantes dans la pâte avec des longueurs voisines de 0,12 mm ; elles ont souvent la structure en cheville ; de plus, cette pâte est criblée de petits cristaux carrés ou rectangulaires de néphéline, mais la leucite, de taille voisine, y est beaucoup moins répandue ; de petits grains de minerai opaque parsèment encore la pâte, dont la mésostase est un verre brun d'indice supérieur à 1,54 ; enfin, signalons l'existence dans la pâte ou dans les grands cristaux de néphéline, de grains assez gros de pérowskite brune, parfois maclée, faiblement biréfringente et donnant une figure de biaxe positif (microph. 9). Chose remarquable, il n'existe dans cette roche aucune trace cristallisée, ni d'augite, ni d'olivine. Il reste à mentionner la présence de produits secondaires : calcite et aragonite dans les craquelures de phénocristaux de néphéline ; la calcite s'insinue aussi dans les fissures de la pâte et peut se développer en larges plages dans Dn 54.59 *bis*. Dans ce dernier échantillon, la mélilite est partiellement épigénisée périphériquement et suivant les clivages, par un produit incolore isotrope, d'indice très inférieur à 1,54 et qui pourrait être une zéolite ; d'autre part, j'y ai noté un unique phénocristal d'augite.

L'enclave 54.59[1] est encore une mélilitite, mais à grands phénocristaux d'augite titanifère, souvent à structure en crible ou bien glomérophyrique, et d'olivine ; la pâte est semée des mêmes

Source : MNHN, Paris

minéraux, de très petite taille, et de fins microlites d'augite s'observent sur le fond très opaque de la roche ; la leucite et la néphéline y sont douteuses. L'abondance des grands phénocristaux pourrait donc faire classer la roche comme une *ankaratrite mélilitique limburgitique*. Enfin, l'enclave 54.59 [2] semble uniquement formée de microphénocristaux d'augite et d'olivine dans une pâte serrée de microlites d'augite ; les cristaux d'olivine contiennent presque tous de très petites inclusions qui peuvent être, soit du spinelle (magnésiochromite ?) soit de la pérowskite (M.-E. Denaeyer et coll., 1971). Cette lave serait encore une *ankaratrite limburgitique*.

La seule enclave récoltée dans la paroi Sud-Ouest du Kakombe (Dn 54.63) [F12(11)] est une *ankaratrite néphélinique*. En effet, outre de nombreux phéno- et microphénocristaux d'augite souvent titanifères et à structure en crible et d'autres d'olivine, la pâte est en majeure partie formée de microlites d'augite et d'une mésostase de néphéline. Ses paramètres sont (111)IV.'7.(3)4.3(4) ['2.2.2(3).2] (analyse, tableau V.1).

Reste enfin à décrire les enclaves laviques de l'affleurement du km 192,200 de l'ancienne route, à sa traversée du flanc est du « Lac Vert ». J'ai fait exécuter quelques analyses chimiques de ces enclaves ; elles nous aideront à classer celles-ci plus rigoureusement que les précédentes.

Le Dn 54.145 [5] [F12(9)] est si riche en phénocristaux d'augite que la lave en acquiert un aspect grenu ; certains ont la structure en crible avec inclusions de calcite, probablement primaire ; l'olivine est beaucoup plus rare ; les microphénocristaux comprennent augite, olivine et des lattes de mélilite ; la pâte est formée d'augite microlitique, de néphéline mésostatique et d'un peu de leucite. Les paramètres de cette lave sont III'.7'.3.3 ['2.3.'3.2], ce qui la rapprocherait d'une *albanite néphélinique* (analyse, tabl. V.1).

Le Dn 54.145 [6] [F12(10)] est complètement analogue à Dn 54.59 (mélilitite néphélinique) avec des phénocristaux de mélilite, à bordure plus biréfringente, qui atteignent 5 mm de long ; de plus, la pâte est criblée de très petits cristaux de spinelle (magnésiochromite ?) et de cristaux plus gros de pérowskite, parfois biréfringente ; la pâte contient peut-être aussi de petites plages de hornblende basaltique. L'analyse de cette lave que nous reproduisons au tableau V.1 donne pour paramètres (II)III.(8)9.(1)2.4 [2.3.3.'3], ce qui en fait une *éteindite*.

Le Dn 54.145 [7] semble être une *ankaratrite mélilitique*, à phénocristaux d'augite et d'olivine ; les microphénocristaux sont les mêmes, et il y a beaucoup de mélilite ; la pâte est formée de microlites d'augite et comprend de nombreux globules incolores et isotropes, parfois à section octogonale, possiblement des pseudomorphoses de leucite en analcime.

Les enclaves Dn 54.145 [8] à [10] et 54.145 [12] ont toutes quatre des compositions minéralogiques assez voisines. Les phénocristaux et les microphénocristaux comprennent augite, souvent titanifère, zonée, à structure parfois en crible ou glomérophyrique et olivine ; sur la toile de fond de la pâte, essentiellement formée de microlites d'augite et de minerai, on distingue de la leucite (ou de l'analcime) parfois xénomorphe et plus ou moins de néphéline et, dans 54.145 [9] et [12], des tablettes de mélilite qui, dans 54.145 [12], ont une altération en cheville très accusée et des bords à biréfringence atteignant le blanc du premier ordre ; l'apatite aciculaire est particulièrement abondante dans cette roche qui semble contenir un peu de calcite primaire, mais aussi, en imprégnation exogène. 54.145 [10] renferme une minuscule enclave de feldspath. La première de ces enclaves Dn 54.145 [8] [F12(12)] a été analysée (tableau V.1) et ses paramètres III(IV).'7.3(4).4 [1'.'2.2(3).2'] la rapprocheraient d'une *ankaratrite sodopotassique*.

L'enclave Dn 54.145 [13] [F12(15)] est une roche très cristalline, doléritique, et exceptionnelle dans cette collection. Ses phénocristaux, nombreux, atteignent 6 à 7 mm, mais ces dimensions se réduisent aussi à celles de microphénocristaux ; ce sont l'augite légèrement titanifère et souvent zonaire, et parfois maclée, et de l'olivine ; la pâte qui présente une tendance doléritique est composée d'éléments assez grands qui comprennent des microlites de labrador à 65-70 % An, et de la sanidine assez abondante généralement très séricitisée ; ces coupbolites se groupent en plages encerclant plus ou moins les barylites ; les grains de magnétite, assez nombreux et gros, sont souvent étroitement associés à de la biotite très polychroïque ; enfin, notons l'existence de fines baguettes d'apatite. L'analyse de cette roche (tableau V.2) a donné pour paramètres III.6'.3(4).3' [1(2).2(3).2.2'], qui en font donc une *kivitoïde doléritique* dont le calcul fait apparaître 9,94 % de néphéline et 6,54 % de leucite virtuelles.

Source : MNHN, Paris

Faut-il voir dans cette enclave le témoin d'une ancienne coulée du Nyamuragira, ou, plutôt, d'un faciès de profondeur de cet appareil, semblable aux kentallénites leucitiques [E8(6)] ou aux théralites leucitiques [E8(4)] dont on trouve des blocs projetés dans sa caldère ? Cela nous semble vraisemblable, aucune roche de ce genre n'étant connue dans les produits du Nyiragongo.

L'enclave Dn 54.145[14a] [F12(14)] semble être une *leucitenéphélinite* ou une *étindite* à phénocristaux d'augite, souvent en associations radiaires (microph. 10) et d'olivine ; sa pâte contient, outre les microlites d'augite et le minerai, de la leucite et surtout de la néphéline, ainsi qu'une mélilite assez curieuse, squelettique ou arborescente ; elle renferme aussi de la calcite primaire, en inclusion dans le pyroxène. Les paramètres de cette lave sont néanmoins assez particuliers : III.(6)7.'4.'4[1'.2'.2(3).2] (analyse, tableau V.2).

L'enclave Dn 54.145[14b] est en tous points semblable à celle de la paroi Nord-Ouest Dn 54.59. C'est donc une *mélilitite néphélinique*, ici très riche en pérowskite et en verre.

Dn 54.145[14c] [F12(13)] contient beaucoup de microphénocristaux d'augite et d'olivine qui se détachent sur une pâte formée uniquement de microlites d'augite et de minerai opaque et d'une mésostase peu abondante, tantôt cryptocristalline, tantôt calcitique ; noté aussi quelques lamelles d'hématite. L'absence totale de coupholites exprimés et ses paramètres III.7'.3.(3)4 [1'.3(4).'3.2(3)] la rapprochent de la précédente [F12(14)] et en font une forme limburgitique ; enfin, la calcite semble y être primaire (analyse, tabl. V.2).

Dn 54.145[14d] est une belle *mélilitite néphélinique* à grands phénocristaux de néphéline craquelée et de lattes de mélilite à biréfringence élevée sur les bords (jaune du premier ordre), longues de 1 à 1,5 mm et à structure en cheville ; dans la pâte, cette mélilite est microlitique et accompagnée de nombreuses tablettes de néphéline ; on y distingue aussi d'assez nombreuses lamelles de zinnwaldite (?), un peu de spinelle et de nombreux cristaux de pérowskite ; enfin, il existe entre ces éléments une mésostase de verre vert olive. En somme, lave très semblable à Dn 54.59 et à Dn 54.145[14b].

Après cette revue un peu longue des enclaves du « Lac Vert », voyons quelle est la lave sur laquelle reposent les hyalotufs et que, rappelons-le, on peut voir sous la paroi Nord-Est et au niveau du lac. Il s'agit d'une lave (Dn 54.60) [F11(11)] à composants quasiment équigranulaires comprenant leucite, néphéline, mélilite et minerai opaque ; entre ces minéraux, nombreux cristallites d'augite ; l'olivine et l'augite en microphénocristaux sont très accessoires ; l'apatite est soit en cristaux, soit en fines baguettes ; dans le cœur des cristaux de leucite il y a de petits amas muriformes de minerai. Les paramètres de cette lave 'III.8.2(3).3 [(1)2.(4)5.3.3] indiquent une *mélilitite leucitique* (analyse, tableau V.2).

R. A. Higazi (1954, p. 60, A) a également publié une analyse par R. A. Herdsman, de la lave du « cratère du Lwabikari », sans autre précision [F11(12)]. Il s'agit peut-être du même affleurement que le précédent, mais cet échantillon-ci est porphyrique, à augite et olivine, et à pâte cryptocristalline formée d'agrégats de minerai et d'augite, de mélilite, d'olivine, de néphéline potassique, d'un peu de leucite et d'apatite. L'analyse de Higazi est assez différente de la nôtre ; elle est plus pauvre en alumine et en alcalis, mais plus riche en magnésie ; ses paramètres sont III'.7'.3.3(4) ['2.'4. '3.2']. En revanche, Higazi en donne les oligoéléments que nous reproduisons au tableau V.2., après les analyses.

Enfin, nous donnerons ici l'analyse [F11(13)] (tableau V.2) de la *cendre* qui recouvre le revers du cône, le long de la nouvelle route. Nous en avons donné la description avec H. Hart en 1954, p. 90. Rappelons que cette cendre est stratifiée, noire, légèrement agglomérée, formée de lapilli de verre brun ($n > 1{,}54$) chargés de minerai opaque, de cristallites de feldspath et de pyroxène. Cette cendre englobe ou est juxtaposée à des xénocristaux de quartz, de microcline, de plagioclase, de tourmaline et de muscovite. Il s'agirait donc d'un mélange complexe d'éléments du substratum cristallin et de gouttelettes de lave récente dont la composition peut être rapprochée de celle de l'éruption de 1948 du Gituro. L'analyse ne donne donc qu'une composition moyenne de cet amalgame. Les paramètres magmatiques en sont 'III.'7.2.3(4) [(1)2.2.2(3).3].

Pour compléter cet inventaire nous dirons quelques mots de la *cendre aérienne* recouvrant le sommet du Nyamutsibu (Dn 54.64) [F11(10)]. C'est un verre brun havane formé de lapilli et d'éclats nombreux, sans traces de lézardes ni, bien entendu, de palagonitisation ; beaucoup de ces lapilli sont étirés, à structure fluidale, parfois obscurcis par une accumulation de cristallites étoilés ; les vacuoles

Source : MNHN, Paris

sont généralement vides, ou rarement occupées par des fibres de natrolite ; enfin, les minéraux intratelluriques, très peu nombreux, sont l'augite, du minerai opaque et, plus rarement, de l'olivine. On y a également observé des xénocristaux de quartz clastique. Cette cendre peut provenir d'éruptions qu'il n'est pas possible de préciser, mais son analyse est néanmoins fort proche de la précédente et figure au tableau V.2 ; ses paramètres (II)III.7(8).2(3).(3)4 [2.2.2'.3'] indiquent une cendre d'*albanite néphélinique*, provenant donc d'un satellite du Nyiragongo.

III.6. — Le Bushibu.

Vient ensuite l'*hyalotuf* du Bushibu. C'est un très beau tuf à lapilli gris vert olive et à nombreuses vacuoles (Dn 54.65) ; les cristaux intratelluriques très peu nombreux et très exigus sont toujours les mêmes : augite, olivine, minerai, apatite. En revanche, la palagonite colloïdale est criblée des globules minuscules et réfringents dont il a déjà été question ; mais ceux-ci ont ici une très forte tendance à disparaître dans les lisérés de fibropalagonite à biréfringence plutôt basse qui entourent lapilli et vacuoles. Quelle est donc et leur nature et la raison pour laquelle ils s'évanouissent dans la fibropalagonite ? Je n'ai vu nulle part, dans la littérature consultée, faire mention de ce phénomène et seule la microsonde électronique pourrait le cerner. Enfin, la gangue est de calcite et les zéolites emplissent souvent les vacuoles ; on peut y distinguer des sphérolites de natrolite et aussi de stilbite probable.

III.7. — Le Kabutembo.

Au Sud du « Lac Vert », le petit volcan Kabutembo est un cône circulaire d'*hyalotuf* (Dn 54.84) dont les lapilli et éclats sont formés uniquement de sidéromélane non lézardée, néanmoins bordés, ainsi que leurs vacuoles, d'un très fin liséré, d'abord opaque (manganèse ?), puis jaune brunâtre et, plus rarement, de fibropalagonite ; les minéraux intratelluriques sont toujours les mêmes. Comment interpréter pareille manière d'être, sinon qu'il pourrait s'agir d'un volcan de cendres subaérien récent ou semi-aquatique, dont le début de palagonitisation est peut-être dû surtout à l'eau de percolation ? Ce tuf est donc assez semblable aux cendres aériennes qui ont recouvert le Nyamutsibu, à la palagonitisation près.

Une enclave (Dn 54.85) du bord Nord-Ouest du cratère est une *ankaratrite* entièrement formée d'augite microlitique brune et de minerai généralement dendritique, dans une mésostase vitreuse (ou de leucite ?) incolore, d'indice très voisin de 1,54 ; il y a aussi un peu de pérowskite ; les phénocristaux comprennent olivine, augite titanifère et minerai.

Enfin, la lave qui tapisse le fond du cratère est une *leucitenéphélinite mélilitique* à augite titanifère (Dn 54.86).

III.8. — Le Bulengo.

Les *hyalotufs* du Bulengo (Dn 54.87, 172 et 173) sont fermes, brun grisâtres, à lapilli noirs luisants, d'environ 1 mm pour les plus grands. En lame mince, les couleurs des lapilli sont variables ; le cœur, formé de sidéromélane est brun havane ou marron ($n \geqslant 1{,}585$), parfois noirâtre quand il est pigmenté par du minerai diffus ; il en existe aussi à structure fluidale. Les éclats, de 0,1 à 0,4 mm, sont abondants. La plupart des vacuoles sont généralement rondes, sauf dans les fragments à structure fluidale. Lapilli, éclats et vacuoles sont frangés de fibropalagonite jaune orangé ($n \geqslant 1{,}55$) à biréfringence faible, et sont comme cimentés par de fins lisérés de natrolite probable. La calcite est relativement rare ; mais elle peut remplir conjointement avec la natrolite, l'intérieur de certaines vacuoles. Les minéraux intratelluriques sont, comme de coutume, l'augite brune titanifère, l'olivine, la magnétite et de rares cristaux de néphéline (fig. 39) et de mélilite.

On ne connaît, du mont Bulengo, qu'un seul genre d'*enclave* (ou de lave). Est-ce la lave que A. Lacroix a déterminé comme étant une « leucitite » ?. Son analyse par F. Raoult [F10(12)] a donné

Source : MNHN, Paris

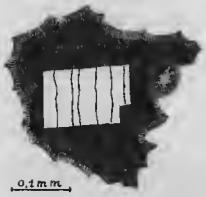


Fig. 39. — Mont Bulengo. Lapilli lézardé renfermant un phénocristal intratellurique de néphéline. Bordure de fibropalagonite.

pour paramètres III.8.2.'4 [2.3.'3.3]. Il pourrait s'agir aussi de la lave du pied du cône, à l'Ouest du village Bulesha : Dn 54.49 [F10(21)] ; son analyse figure au tableau II ; c'est une *mélilitite* dont la composition chimique est assez semblable à celle de la leucitite de Lacroix ; elle a pour paramètres III'.9.1.3.(4) [1'3.3.3]. Quoi qu'il en soit, j'ai moi-même récolté, en place, dans le cône d'hyalotuf, une enclave minéralogiquement semblable à [F10(12)]. Je l'ai fait analyser (Dn 54.173') [F12(7)] et les résultats sont fort différents des précédents ; les paramètres sont II(III).'7.2.4. [4'.'2.'3.3] (tableau V). Cependant les deux échantillons, celui de Lacroix F10(12) et le mien F12(7) sont aphyriques, à microphénocristaux abondants de leucite, d'augite titanifère glomérophyrique plus rare, d'olivine très rare et de magnétite, le tout baignant dans une pâte d'augite microlitique titanifère en rosettes s'intriquant avec du minerai opaque dendritique et de la mélilite ; cette pâte contient encore de la leucite, de l'olivine rare, peut-être de la néphéline ou de l'analcime et un résidu vitreux brunâtre.

III.9. — Ile Tshegera.

L'île Tshegera étant recouverte de cendres volcaniques agglomérées et récentes, aucun échantillon d'*hyalotuf* véritable n'a pu y être recueilli vu sa très faible altitude et son couvert végétal. Les *projections volcaniques* sont formées de lapilli agglomérés d'un verre brun foncé, criblé de vacuoles arrondies et de microlites d'augite et d'olivine. Ce verre englobe de nombreux cristaux intratelluriques d'augite brune très ferrifère, d'olivine et de magnétite.

Dans ses notes inédites, A. Meyer signale qu'il a recueilli sur cette île, en *enclave* dans le tuf (?), une « bombe massive vitreuse » qu'il a déterminée comme « *leucitenéphélinite* à olivine et mélilite », sans autre description. Son analyse [F11(20)] par C. Delmotte, de Bukavu, figure au tableau V ; les paramètres sont III(IV).(7)8.'3.3(4) [2.(2)3.(2)3.2].

III.10. — Kyniokoti.

L'*hyalotuf* du promontoire de Kyniokoti (Dn 54.50') est principalement formé de sidéromélane brune lézardée, par place palagonitisée en auréoles jaune d'or non biréfringentes, en bordure des vacuoles et des lapilli. La gangue, uniformément développée entre ces éléments, est faite d'une calcite microcristalline. Par contre, un morceau de tuf remanié dans le précédent (Dn 54.57) possède une gangue formée quasi uniquement de petits sphérolites de natrolite et de quelques plages de calcite xénomorphe ; de plus, vacuoles et lapilli sont frangés d'un très fin liséré de fibropalagonite. Les cristaux intratelluriques sont, comme de coutume, l'augite, l'olivine, la magnétite, un peu d'apatite et, peut-être, de mélilite ; cependant, des microcristaux de ces minéraux se développent, parfois, dans la sidéromélane des lapilli ; ces derniers sont souvent étirés et fluidaux.

Parmi les *enclaves* des tufs, nous avons recueilli des bombes scoriacées gris bleu clair (Dn 54.57'

Source : MNHN, Paris

et 57″) formées de *mélilitite* ou de *leucitenéphélinite* à mélilite et olivine. La leucite est en petits cristaux et la mésostase est constituée par de très petits microlites sphérolitiques d'augite se détachant sur un fond clair de néphéline, ainsi que de minerai opaque dendritique. Ces bombes renfermeraient aussi de la pérowskite très accessoire.

D'autres enclaves (Dn 54.51 et 51′), à grain beaucoup plus fin, mais à microlites d'augite mieux développés, semblent avoir la même composition que les précédentes. Par contre, au pied du Kyniokoti (Dn 54.56) et sur le flanc du volcan Runga (Kirunga I) (Dn 54.50″), nous avons récolté des blocs de même nature mais beaucoup plus largement cristallisés et avec, parfois, de grands cristaux d'apatite.

III.11. — Le Kirunga I.

L'*hyalotuf* (microph. 11) récolté sur le flanc Nord du volcan Kirunga I (Dn 50.52 et 53) est ferme, gris brunâtre, et formé de lapilli noirs luisants de 1 à 3 mm. Ces lapilli, et leurs produits clastiques beaucoup plus fins, sont formés de sidéromélane lézardée typique, brun havane clair, d'indice supérieur à 1,59. En s'hydratant plus ou moins profondément, ce verre s'altère presque partout en fibropalagonite jaune orangé à orange, en zones à couches concentriques, en bordure des lapilli et éclats et des alvéoles, sphériques ou elliptiques. Cette fibropalagonite a un indice parfois inférieur à 1,54. Les vacuoles sont souvent tapissées partiellement de calcite et/ou de natrolite qui peuvent se succéder en ordre direct ou inverse, du centre à la périphérie. Enfin, les minéraux intratelluriques, en majeure partie cristallisés dans les lapilli, sont de petits cristaux en baguettes de néphéline arborescente, de magnétite, d'olivine, d'augite, de mélilite, d'apatite et de leucite, par ordre d'abondance ; mais on y voit, en outre, de petits cristaux d'un spinelle incolore, souvent allongés suivant un axe binaire, manière d'être déjà notée par A. Lacroix (1910, p. 300), à propos du pléonaste de la troctolite d'Anabohitsy, Madagascar. La gangue de cet hyalotuf est constituée par des lamelles de calcite, d'ailleurs pas très abondantes.

Deux *enclaves* de l'hyalotuf, provenant, l'une (Dn 54.54) [F12(6)] du flanc Sud, l'autre (Dn 54.55) du pied du volcan, sur la piste de Kyniokoti, sont des *mélilitites à leucite et néphéline*, très semblables à celles du Kyniokoti (Dn 50.50″ et 56). Leur augite est remarquablement titanifère (analyse de Dn 54.54 [F12(6)], tableau V. (M.-E. Denaeyer, 1960). Paramètres III.9.1.(3)4 [′2.(3)4.3.3(4)].

III.12. — Buymba-Rwynyunda-Nyabyunyu.

Nous décrivons d'un seul tenant les produits de ces trois entités qui ne sont en réalité que les éléments d'un vaste cirque cratériforme.

Les *hyalotufs* prélevés sur le flanc Ouest du Buymba (Dn 54.90), le sommet du Rwynyunda (Dn 54.88 et 88′) et le Nyabyunyu (Dn 54.98) sont tous trois dépourvus, ou presque, de gangue de calcite, et quasiment exempts de palagonitisation, sauf le deuxième. Tous trois contiennent, englobés dans la sidéromélane des lapilli, plus ou moins de minéraux intratelluriques et cristallites habituels : augite, olivine et magnétite ; mais la mélilite n'y a pas été observée.

L'hyalotuf du Buymba (Dn 54.90) [F11(7)] contient quelques lapilli assez gros (∼ 0,5 mm) à structure fluidale, non lézardés et pigmentés par de la magnétite en traînées. Leur indice est supérieur à 1,58. Les autres lapilli, plus petits, et d'innombrables éclats et de la poussière vitreuse complètent la roche. Rarissimes sont les lapilli bordés d'un mince liséré de palagonite jaune colloïdale ; l'un d'eux, exceptionnel, emprisonnant quelques vacuoles, est transformé en partie en fibropalagonite brune polarisant jusque dans le bleu du deuxième ordre ; l'intérieur des vacuoles est tapissé de natrolite (analyse, tableau IV ; M.-E. Denaeyer, 1963).

L'hyalotuf du Rwinyunda (Dn 54.88) est, par contre, à éléments de sidéromélane fortement lézardés ; ceux-ci, ainsi que les vacuoles et éclats sont, pour la plupart, frangés de palagonite jaune colloïdale, à laquelle succèdent des franges minuscules et à peine biréfringentes de natrolite ; en outre la calcite peut, mais rarement, tapisser les interstices, voire certaines vacuoles.

Source : MNHN, Paris

Enfin, l'hyalotuf du Nyabyunyu (Dn 54.98) [F11(6)] est entièrement vitreux, sans trace — ou presque — de palagonite, ni gangue de calcite. Les lapilli, d'indice supérieur à 1,59, en sont peu lézardés et baignent poussière isotrope. La lame mince montre, en outre, même à l'échelle microscopique, un certain litage en successions de lits de granulométrie différente (microphoto 12). Les lapilli des lits « grossiers » ont environ 0,3 à 0,5 mm de dimension, tandis que les éléments plus fins ont des dimensions inférieures à 0,1 mm. Néanmoins, en dépit de ce qui vient d'être dit, on peut noter que la périphérie de certains lapilli et le contour de certaines vacuoles sont parfois altérés en palagonite colloïdale jaune, d'indice compris entre 1,55 et 1,57 et, de plus, toute la lame mince montre une sorte de gangue fibreuse extrêmement ténue et à peine biréfringente, entourant tous les produits ; ses fibres sont à allongement négatif et pourraient ainsi faire attribuer cette zéolite à la heulandite (?). Cet hyalotuf à été analysé, tableau IV ; (M.-E. DENAEYER, 1963).

Tout ce qui vient d'être décrit et qui différencie ce groupe de crêtes des produits des autres volcans d'hyalotufs pourrait faire penser à une action brève de l'eau sur des cendres qui auraient émergé assez rapidement ou bien à des conditions d'alcalinité de l'eau plus basse que la normale. La ressemblance de nos échantillons avec les cendres de revêtement du Nyamutsibu (Dn 54.64) n'est pas non plus négligeable. Peut-être s agit-il ici d'éruptions plus récentes que les précédentes, de même que celle du Kabutembo.

Les *enclaves* de lave du Buymba semblent être des *leucitenéphélinites* (Dn 54.90′ et 90″) avec phénocristaux isolés ou glomérophyriques d'augite et moins d'olivine. La pâte comprend de nombreux microlites d'augite brune titanifère et de petits cristaux clairs de leucite ; cette pâte est obscurcie par de la magnétite dendritique abondante qui paraît se détacher sur une mésostase peu nette de néphéline.

Au pied même du Buymba la lave (Dn 54.91) a la même composition mais est beaucoup plus clairement cristallisée ; elle contient, en outre, des cristaux assez grands de magnétite et sa leucite est légèrement biréfringente et maclée.

Du Rwynyunda, la seule enclave récoltée est une *scorie* (Dn 54.88″) [F12(5)] opaque et très vacuolaire avec quelques petits cristaux d'augite et d'olivine ; l'hyalotuf qui y est accolé a ses éléments englobés marginalement dans les vacuoles de la lave, ceci prouvant qu'il y a eu un certain malaxage des deux entités. L'analyse de cette enclave semble indiquer qu'il s'agirait d'une *limburgite* de paramètres III.6.3.4 [2.'2.2(3).(2)3], ce qui nous paraît tout à fait exceptionnel dans le contexte de cet ensemble.

Entre le Nyabyunyu et le Nyarutshiru, nous avons récolté, dans la selle qui sépare ces deux entités, une très belle lave (Dn 54.99) à augite microlitique étoilée (sphérolitique) se détachant sur une mésostase incolore et isotrope d'indice 1,54 ; d'autre part, cette lave est semée de nombreux cristaux de leucite limpide ; l'augite est brune, titanifère, et ses phénocristaux sont petits et peu nombreux ; il y a, en outre, de beaux prismes d'apatite ; cette lave est donc, soit une *leucitite*, soit une *leucitenéphélinite*.

III.13. — Le Nyarutshiru.

L'*hyalotuf* qui constitue le Nyarutshiru, vers son sommet (Dn 54.95), est brun jaunâtre à brun roux très ferme, et possède une stratification remarquablement fine. Il est presque entièrement vitreux et les fragments de verre sont très petits et de dimensions constantes : en moyenne 0,10 à 0,15 mm de longueur et 0,05 à 0,10 mm de largeur. Tous ces éléments sont palagonitisés en jaune d'or à leur périphérie ; ce liséré marginal se compose souvent d'une fine couche externe de fibropalagonite, à laquelle succède, vers l'intérieur, une couche de palagonite colloïdale, dans la plupart des cas suivie d'une deuxième couche très fine de fibropalagonite ; l'intérieur des fragments est formé de sidéromélane brun havane clair non lézardée et quasiment dépourvue de vacuoles internes (microph. 13). La palagonite apparaît parfois finement zonée, témoignant de son accroissement progressif de l'extérieur à l'intérieur des lapilli. L'indice de la palagonite colloïdale serait d'environ 1,55, celui de la fibropalagonite d'environ 1,535, tandis que celui de la sidéromélane s'élèverait à plus de 1,58. Les minéraux intratelluriques habituels sont rares, mais comprennent pérowskite ou spinelle brun. La gangue de calcite est en petits ilôts clairsemés.

Source : MNHN, Paris

Un deuxième échantillon de tuf (Dn 54.97) [F11(5)] remanié, provient du voisinage du km 195,500, c'est-à-dire près du point de jonction de l'ancienne et de la nouvelle route. Ce tuf ressemble beaucoup au précédent mais il renferme de nombreux lapilli de sidéromélane beaucoup plus grands, d'au moins 1 mm de grand axe, les plus grands étant fortement lézardés ; tous ces lapilli sont garnis de vacuoles et leurs contours ainsi que le bord interne des vacuoles sont transformés en palagonite colloïdale, toutefois biréfringente dans certaines plages de la préparation. Les débris de lapilli éclatés présentent les mêmes caractères et un fond de poussière vitreuse très fine les cimente. Enfin, les minéraux intratelluriques sont plus nombreux que dans le spécimen précédent. A signaler dans ce tuf une minuscule enclave lavique contenant de très petits cristaux de leucite maclée et de néphéline. Ce tuf a été analysé [F11(5)] (voir tableau IV).

Une seule *enclave* lavique a été récoltée dans le tuf du Nyarutshiru (Dn 54.96) [F12(8)]. Il s'agit d'un *mélilitite* typique, de paramètres III.9.1.(3)4 ['2.5.3.3] (analyse, tableau V). Les macro- et microcristaux de mélilite se détachent sur un fond opaque de minerai parsemé de très rares microlites d'augite. Les cristaux de mélilite sont en général des tablettes à allongement positif, mais un certain nombre de macrocristaux ont une structure cristallitique en houppes, surtout aux extrémités des cristaux. L'un de ceux-ci a une structure complexe dans laquelle le grand cristal à allongement positif est entouré, de part et d'autre, de quatre cristaux presque perpendiculaires à l'axe optique et limités par les faces ¦ 010 ¦ et ¦ 110 ¦. Ces derniers ont également une structure cristallitique, mais leurs bords externes sont limpides et englobent un liséré de minerai de la pâte (microph. 14). D'autres sections, perpendiculaires à l'axe optique, sont parfaitement octogonales. Quant aux microcristaux, ils se présentent souvent en sections évidées latéralement avec un aspect de structure en sablier ou en X.

III.14. — Le Mont Goma.

Ne pouvant avoir accès aux échantillons récoltés par A. Meyer, ce sont les descriptions et analyses préexistantes qui serviront de base à la présentation des tufs et enclaves laviques du mont Goma. Nous ne pouvons, d'autre part, que reproduire quelques unes des nombreuses analyses de laves et de bombes exécutées au Service géologique de Bukavu à la demande de A. Meyer, sans pouvoir cependant en donner de descriptions pétrographiques, celles-ci ne figurant pas non plus dans les notes inédites de cet auteur.

Des *hyalotufs* nous ne possédons qu'une analyse de F. Raoult [F11(4)] et les descriptions de M.-E. Denaeyer et D. Ledent *in* M.-E. Denaeyer et H. Hart (1954) en plus de quelques échantillons prélevés en 1954.

Le tuf Dn 52.68 du flanc oriental du mont Goma, en exploitation en 1952, se situait à quelques mètres de la boucle de la route tenant à l'avenue des Ronds Points et s'élevant sur le flanc oriental du volcan (fig. 33). Ce tuf est ferme, blanc grisâtre, à grain fin et contient des lapilli disséminés, brun foncé, luisants, de 1 à 5 mm de diamètre. Ces lapilli sont, la plupart, éclatés et les plus volumineux ont une structure fluidale très prononcée soulignée par des traînées de magnétite et l'aplatissement des vacuoles ; ils sont brun havane, d'indice supérieur à 1,59 (sidéromélane) et sont criblés de vacuoles sphériques ou elliptiques garnies de très beaux sphérolites de natrolite et/ou de calcite ; une large bordure de palagonite colloïdale jaune d'or et à structure concentrique, d'indice compris entre 1,56 et 1,60, cerne le contour des vacuoles et celui des lapilli ; quelques cristaux intratelluriques s'observent dans ce tuf ; ce sont l'augite, la magnétite et l'apatite ; enfin, la gangue des lapilli, très vacuolaire, est formée de calcite et de natrolite sphérolitique.

L'hyalotuf de la baie des Byungu (Dn 52.69) est ferme, brun havane clair, à nombreux lapilli noirs, luisants, de moins de 1 mm, englobés dans une gangue brun terne. Ces lapilli, leurs vacuoles et les éclats sont bordés d'un liséré jaune d'or de fibropalagonite, d'indice 1,545. La gangue, très peu développée, cimente quelque peu les lapilli ; elle se réduit à un fin liséré de calcite et de natrolite fibreuse ; elle garnit aussi les vacuoles. Un deuxième échantillon (Dn 54.165) prélevé dans une bande plus sombre du même tuf a les mêmes caractères que le précédent, mais la sidéromélane y est lézardée et la natrolite y est mieux développée (microph. 15).

Source : MNHN, Paris

L'hyalotuf de la baie de l'Orteil (Dn 52.71) est gris, peu friable, à lapilli d'un noir mat, de 1 à 2 mm et à gangue gris clair. En lame mince, ce tuf diffère très peu de celui du Dn 52.68 du flanc oriental, mais l'indice de sa palagonite, ici biréfringente et polarisant jusque dans l'orangé du premier ordre, serait beaucoup plus faible : environ 1,52. Un deuxième échantillon (Dn 54.168) provient du tuf précédent où il est interstratifié ; il est plus foncé et compact et possède deux catégories de lapilli de sidéromélane : les plus grands, très lézardés, et d'un indice supérieur à 1,595, mesurent plus de 1 cm de longueur ; les autres, plus petits, ont environ 0,1 à 0,8 mm et sont de forme très irrégulière ; la fibropalagonite qui les borde est très rare, ainsi que la palagonite colloïdale, et possède un indice variant de 1,535 à 1,55 ; enfin les petits éclats sont extrêmement nombreux.

Ces quatre derniers échantillons renferment les mêmes minéraux intratelluriques que le premier.

Des tufs probables de la deuxième phase de MEYER, nous ne possédons, d'un échantillon de la partie Nord du volcan, presqu'au sommet, qu'une analyse des éléments mineurs [F14(8)] par G. STOOPS, de l'Université de Gand : Ni = 11, Cu = 94, Zn = 55, Sr = 1900, Zr = 230, Nb = 150 et Ba = 2300 ppm.

L'analyse de F. RAOULT est celle d'un « *tuf hyaloclastique d'étindite* », d'après A. LACROIX. Cette roche est cataloguée sous le n° N_2 au Laboratoire de Minéralogie du Muséum de Paris [F11(4)] (analyse, tableau IV). Il n'y a malheureusement pas de localisation précise de cet échantillon. Ses paramètres étant III.8.2.3′ [2.′3.3.3′], j'en ferais plutôt une *albanite néphélinique*. Elle a été qualifiée de brèche vitreuse à fragments homogènes ou fluidaux contenant des cristallites indéterminables (mélilite ?) et de rares microphénocristaux d'augite.

Enfin, nous donnerons l'analyse, par G. HAINE, du Service géologique de Bukavu, des « cendres » que nous avons recueillies sur le flanc Nord du mont Goma, dans une gravière ouverte au bord de la route (Dn 52.67 [F11(3)] (M.-E. DENAEYER et H. HART, 1954, p. 93). Comme le montrent les photos 22 et 23 de MEYER, cette cendre paraît bien s'être déposée sous eau et, peut-être, résulte-t-elle de l'altération d'un tuf plus cohérent, comme l'a supposé cet auteur pour les cendre de la route de la corniche. Quoi qu'il en soit, cette cendre est noire, finc et faiblement agglomérée. Sous le binoculaire, ses grains les plus gros sont luisants et très vacuolaires ; les grains fins sont de forme irrégulière et bruns par transparence ; les grains passant au tamis de 0,075 mm sont anguleux et ne contiennent pas de cristallites, d'autres ont des vacuoles étirées ou de minuscules cristaux de magnétite ; le seul autre minéral observé est un cristal très frais de mélilite ; d'autre part, cette cendre renferme de nombreuses diatomées d'espèces variées. Enfin, ses caractères granulométriques sont : grain moyen M = 0,24 mm ; degré de classement C_2 = 0,205 et assymétrie de classement A_2 = — 0,045 (indices de BIELTOT, voir M.-E. DENAEYER et H. HART, 1954, p. 127 et 128). Finalement, les paramètres de cette cendre sont ′III.8.2.4 [2.′5.(2)3.3], ce qui implique sans doute une grande quantité de mélilite virtuelle et son attribution à une *albanite néphélinique* ou à une *mélilitite* (analyse, tableau V).

Si, maintenant, nous examinons la lave post-émersion de la quatrième phase de MEYER (Dn 52. 70 et 54.166), c'est la cendrée de celle-ci que cet auteur a fait analyser par A. DANSE, du Service géologique de Léopolville [F14(12)] (voir tableau V). La lave elle-même est à grain très fin et comporte de peu nombreux macro- et microphénocristaux d'augite et de magnétite et une pâte essentiellement néphélinique à innombrables microlites d'augite et grains de minerai opaque, mais avec, aussi, de la leucite ; de grandes plages de calcite tapissent les vacuoles. Les paramètres de cette lave sont III.8.2.3(4) [2′.1.3.3] ce qui en ferait encore une *albanite néphélinique*.

Enfin, le dyke de l'accostage de Goma semble proche d'une *basanite leucitique* [F14(15)] (voir tableau V). Ces paramètres sont en effet III.(6)7.2.′4 [2.1.3.3].

En ce qui concerne les *laves associées, bombes et enclaves* du mont Goma, il y a d'abord lieu de faire des réserves sur l'analyse du Dr. HAUSER donnée par L. FINCKH en 1912, d'une lave [F11(1)] déterminée « *néphélinite mélilitique* » du cratère, sans localisation plus précise. Cette analyse reproduite par plusieurs auteurs sérieux est cependant assez douteuse à cause de sa forte teneur en SiO_2, alors qu'elle est riche en mélilite et néphéline, ce qui a d'ailleurs incité A. LACROIX (1923) à la qualifier « hétéromorphe de basanite », ses paramètres étant II(III).(6)7.2.′4. Une deuxième analyse, sans plus de précision de gisement de la lave, faite par R. B. ELLESTAD, a été publiée par N. L. BOWEN [F11(2)]. Ses paramètres sont III.9.1′.3′ [2.3(4).3′3.] et correspondent à ceux d'une *leucitenéphélinite mélilitique*

Source : MNHN, Paris

(analyse, tableau V), dont la composition minéralogique comprend des phénocristaux de mélilite, de néphéline et d'olivine et une pâte à mélilite, augite, néphéline, leucite, minerai opaque, pérowskite et verre jaune brunâtre.

Pour nous ramener à une observation de roche mieux située, nous examinerons d'abord la lave de la station de pompage de la baie de l'Orteil [F14(1)], lave qui se continue au Nord et forme une petite falaise au pied des hyalotufs sous la route de la Corniche. Cette lave semble bien en place et est considérée comme le « noyau » du volcan. Elle a été analysée par G. Viseur, à Bukavu, pour A. Meyer ; celui-ci n'en donne aucune description, sauf à dire qu'il s'agit d'une *néphélinite à mélilite et à leucite* ; le très bel échantillon que j'ai récolté moi-même à cet endroit (Dn 54.93) comprend de nombreux phénocristaux et lattes de mélilite et de la néphéline souvent en agrégats glomérophyriques ; la pâte est formée d'un grand nombre de lattes de mélilite à structure en cheville très accusée, de néphéline et de leucite ; des microlites clairsemés d'augite et des microcristaux de magnétite complètent cet inventaire ; enfin, assez nombreuses sont les plages de calcite. Cette description n'est guère conforme aux paramètres tirés de l'analyse chimique [F14(1)] qui sont III'.8'. 2.'4 [2.(1)2.3.'3] (analyse, tableau V). Le paramètre *k* devrait être beaucoup plus élevé ; mais tels quels, paramètres correspondraient à ceux d'une *étindite*.

Pour le reste, Meyer donne, dans ses Notes, une série d'analyses de « blocs éjectés » de « laves anciennes », analyses exécutées à Bukavu par C. Delmotte et G. Viseur, mais, malheureusement, sans aucune situation exacte, ni de description pétrographique. La plupart de ces analyses donnent des paramètres correspondant à ceux d'*albanites néphéliniques* ; nous en donnons ici une analyse [F14(6)] de paramètres III(IV).8'.'2.3' [2'.1.3.3] ainsi que celle d'une variation en *ankaratrite sodi-potassique* [F14(7)] de paramètres IV.8.2.3.(4) [2.1.3.(2)3] (voir tableau V).

Les analyses suivantes concernent des « *bombes contemporaines* » (?) du mont Goma ; celles-ci comprennent des laves variées allant des *albanites néphéliniques* [F14(9)] de paramètres III.'9.1(2).3' [2.2(3).'3.3(4)] aux *basanites leucitiques* [F.14(10)] de paramètres III.7.2.4 [(2)3.1.3.'3] ; le tableau V en donne les deux analyses.

Enfin, une seule *enclave* lavique a été récoltée (Dn 54.167) dans le tuf du cap de l'Orteil ; très chargée de magnétite, on n'y peut distinguer que des microlites d'augite et un beau cristal d'apatite ; les vacuoles sont souvent tapissés de calcite.

Conclusions.

Les résultats du Tableau IV indiquent d'assez grandes perturbations des quantités d'éléments des laves normales. On notera, en particulier, les fortes proportions d'eau dosées dans les nº F11(9), F11(8), F11(6) et F11(5), ainsi que de carbonate de calcium dans F11(9), F11(8) et F11(6). La formation d'hématite virtuelle en F11(8) est sans doute due à l'oxydation de la magnétite, l'apparition de corindon virtuel en F11(8), comme de silice virtuelle en F11(6) sont également des indices d'altération subie par les laves en milieu aqueux. On notera aussi que Na_2O est descendu à 0,80 et TiO_2 à 0,40 en F11(9), en contraste avec leurs teneurs habituelles dans les laves normales de cette région. En somme, les compositions virtuelles apparaissent comme assez aberrantes eu égard à ce qu'elles sont dans les laves non palagonitisées et les paramètres magmatiques calculés le sont également.

Toutefois, F11(4) a donné des résultats analytiques entièrement compatibles avec ceux d'une étindite ou d'une albanite néphélinique et d'ailleurs très proches aussi de ceux de F11(3) (voir tableau V.4). Ceci nous conduit à penser que les prélèvements de ces deux échantillons ont dû se faire à peu près au même endroit (revers Nord du mont Goma, près de la route) et, qu'en l'occurence, il s'agirait plutôt de cendres projetées qui n'auraient pas rencontré les circonstances favorables (de temps ?) à leur palagonitisation.

Les perturbations relevées plus haut et le fait que certains tufs paraissent à peine palagonitisés (Buymba et Nyabyunyu) nous font penser que ces résultats sont dus, doit à des différences de temps d'immersion dans l'eau du lac, c'est-à-dire donc, d'époque de l'éruption, soit a des différences de pH. En effet, R. A. Hay et A. Iijima (1968), après H. J. Hoppe (1941), constatent que quand le pH et la salinitié augmentent la sidéromélane se transforme en palagonite et zéolites et (p. 368) qu'un « niveau critique pour une réaction rapide » correspondrait à des « lacs et des sols ayant un pH de 9 ou davantage ».

Source : MNHN, Paris

Tableau IV

Analyses des hyalotufs.

	F11(14)	F11(8)	F11(9)	F11(7)	F11(6)	F11(5)	F11(4)
SiO_2	47,22	30,65	35,40	43,00	41,20	41,10	38,92
Al_2O_3	18,00	14,10	13,90	17,65	12,50	13,95	16,10
Fe_2O_3	0,69	8,51	4,42	4,23	6,61	4,57	4,64
FeO	8,75	1,48	3,24	5,44	4,64	5,32	8,84
MnO	0,24	0,19	0,24	0,29	0,18	0,22	0,29
MgO	4,19	3,99	7,24	4,54	4,37	5,72	3,90
CaO	9,72	10,39	12,82	11,62	11,44	11,76	13,04
Na_2O	2,20	2,43	0,80	4,39	1,58	2,00	4,71
K_2O	3,23	4,22	3,36	2,43	2,51	3,43	4,28
TiO_2	2,92	2,00	0,40	2,18	2,59	2,48	2,82
P_2O_5	0,67	1,03	0,88	0,98	0,47	0,78	1,49
H_2O^+	1,81	3,66	9,02	1,97	6,83	5,10	0,93
H_2O^-	0,00	11,72	6,44	1,10	2,96	4,20	0,36
CO_2	tr.	5,61	2,16	tr.	1,45	—	tr.
	99,64	100,21 [1]	100,32	99,82	99,33	100,63	100,32

Compositions virtuelles.

	Q	—	—	—	—	1,92	—	—
	Or	18,90	25,02	10,74	14,46	15,01	20,02	—
	Ab	16,80	5,76	—	4,59	13,62	0,65	—
	An	29,75	9,73	24,19	21,41	19,46	19,18	10,10
	Né	0,76	7,95	3,69	17,66	—	8,73	21,58
	Lc	—	—	7,20	—	—	—	20,06
	C	—	1,94	—	—	—	—	—
D	$CaSiO_3$	5,80	—	8,35	12,41	10,21	14,04	9,16
D	Mg—	2,80	—	6,70	8,80	8,80	10,80	4,80
D	Fe—	2,90	—	0,66	2,51	—	1,72	4,09
H	$MgSiO_3$	—	—	—	—	2,10	—	—
	Fo	5,40	7,00	7,98	1,82	—	2,45	3,43
	Fa	6,42	—	0,92	0,61	—	0,41	3,26
	Ca_2SiO_4	—	—	—	—	—	—	7,30
	Ma	0,93	—	6,50	6,03	7,89	6,73	6,73
	Ilm	5,47	3,65	0,76	4,26	5,02	4,71	5,32
	Hém	—	8,48	—	—	1,12	—	—
	Per	—	0,14	—	—	—	—	—
	Ap	1,68	2,35	2,02	2,35	1,34	2,02	3,70
	Ca	—	12,70	5,00	—	3,30	—	—
	H_2O	1,81	15,38	15,46	3,07	9,79	9,30	1,29

1. Cl = 0,10 et SO_3 = 0,13 compris dans le total.

Paramètres Magmatiques.

F11(14) : Hyalotuf du Kabazana oriental II'.5.3(4).3 [2.3.2.3].
F11(8) : Hyalotuf du cratère du Nyamutsibu II.'6.2.3 [(3)4.5.'2.2].
F11(9) : Hyalotuf du sommet du Nyamutsibu 'III.6.(3)4.2 [2.2(3).2.2].
F11(7) : Hyalotuf du Buymba, flanc occidental (II)III.6.3.4 [2.1'.(2)3.'3].
F11(6) : Hyalotuf du Nyabyunyu 'III.5.3'.3 [(2)3.1.'3.(2)3].
F11(5) : Hyalotuf du Nyarutshiru III.'6.3.3 [2.1(2).2(3).2(3)].
F11(4) : Cendres du mont Goma III.8.2.3' [2.'3.3.3'].

Source : MNHN, Paris

TABLEAU V.

Analyses des enclaves, bombes et laves associées aux kyalotufs.

V.1 : Nzuru, Kabazana, « Lac Vert ».

	F11(16)	F12(17)	F12(11)	F12(9)	F12(10)	F12(12)
SiO_2	41,88	39,58	42,20	40,54	37,88	44,22
Al_2O_3	16,15	17,51	12,40	13,45	17,75	12,85
Fe_2O_3	8,04	1,79	3,20	4,50	3,78	0,93
FeO	3,07	7,16	6,90	6,71	4,95	7,93
MnO	0,34	0,31	0,23	0,25	0,33	0,25
MgO	4,74	4,37	10,56	9,60	4,12	9,73
CaO	13,40	12,52	16,40	16,79	12,86	16,70
Na_2O	4,62	5,15	1,67	2,26	6,48	2,17
K_2O	3,26	3,15	1,58	2,96	4,33	1,28
TiO_2	1,30	2,92	2,60	1,86	1,48	2,02
P_2O_5	1,36	0,43	0,82	1,00	0,75	0,60
H_2O+	2,04	3,80	1,21	—	1,51	0,41
H_2O-	0,26	0,78	0,09	0,56	1,20	0,21
CO_2	—	—	—	—	2,85	—
	100,46	99,47	99,86	100,48	100,27	99,30

Compositions virtuelles.

	Or	9,68	—	—	—	—	—
	An	13,90	15,29	21,68	17,79	6,67	21,41
	Né	21,02	23,57	7,67	10,22	29,82	9,94
	Lc	7,63	14,82	7,41	13,95	20,06	6,10
D	$CaSiO_3$	13,80	9,98	19,72	11,48	7,19	22,04
D	Mg—	11,90	5,60	14,55	8,30	4,50	14,75
D	Fe—	—	3,56	3,17	2,11	1,85	5,61
	W	4,29	—	—	—	—	—
	Fo	—	3,71	8,22	10,99	3,85	6,68
	Fa	—	2,75	2,24	2,96	1,63	4,13
	Ca_2SiO_4	—	6,19	2,45	9,80	5,07	1,55
	Ma	7,42	2,55	4,64	6,50	5,57	1,39
	Ilm	2,43	5,47	5,02	3,65	2,89	3,80
	Hém	2,88	—	—	—	—	—
	Ap	3,36	1,01	1,68	2,35	2,02	1,34
	Ca	—	—	—	—	6,50	

Paramètres Magmatiques

F11(16) : Etindite passant à basanite leucitique du Kitundu (Nzuru) III.7.2'.'4 [2.1.3.2]
F12(17) : Albanite néphélinique du Kabazana occidental 'III.8.2'.4 [2.(2)3.3.3].
F12(11) : Ankaratrite néphélinique du sud-ouest du Kakombe (« Lac Vert ») (III)IV.'7.(3)4.3(4) ['2.2.2(3).2].
F12(9) : Albanite néphélinique du flanc Est du « Lac Vert » III'.7'.3.3 ['2.3.'3.2].
F12(10) : Etindite du flanc Est du « Lac Vert » (II)III.(8)9.(1)2.4 [2.3.3.'3].
F12(12) : Ankaratrite sodopotassique du flanc Est du « Lac Vert » III(IV).'7.3(4).4 [1'.'2.2(3).2'].

Source MNHN, Paris

TABLEAU V.2 « Lac Vert » (suite).

	F12(15)	F12(14)	F12(13)	F11(11)	F11(12)	F11(13)	F11(10)
SiO_2	44,94	44,14	41,54	40,60	38,45	45,19	41,15
Al_2O_3	16,30	16,05	14,35	18,25	13,42	16,85	19,20
Fe_2O_3	0,40	0,24	1,00	1,43	3,97	0,70	2,66
FeO	8,58	6,80	8,57	8,59	7,86	8,79	8,57
MnO	0,22	0,23	0,25	0,33	0,38	0,24	0,27
MgO	9,72	9,68	8,46	3,96	9,54	4,54	3,69
CaO	13,15	16,66	17,58	15,02	17,03	10,02	9,76
Na_2O	2,18	2,20	3,04	3,72	2,52	4,41	4,58
K_2O	2,40	1,70	2,72	5,18	2,46	4,31	4,08
TiO_2	2,45	2,15	1,25	1,64	1,94	2,36	2,53
P_2O_5	0,35	0,74	0,92	1,08	1,33	0,84	0,87
H_2O^+	tr.	—	—	0,00	0,42	0,98	2,16
H_2O^-	—	—	0,18	0,36	0,03	0,40	1,02
CO_2	—	—	0,20	—	0,00	0,28	—
	100,69	100,59	100,06	100,16	100,09 0=0,01 100,08	99,91	100,54

Compositions virtuelles.

	Or	6,12	—	—	—	—	20,02	3,47
	An	27,52	29,19	17,51	17,79	17,79	13,62	19,46
	Né	9,94	9,94	13,92	17,04	11,36	20,16	21,02
	Le	6,54	7,85	12,64	23,98	11,77	4,36	16,46
D	$CaSiO_3$	14,62	16,53	9,57	2,67	7,60	11,95	9,74
D	Mg—	9,25	11,10	5,55	1,20	4,85	5,80	4,70
D	Fe—	4,42	4,14	3,56	1,45	2,24	5,94	4,88
	Fo	10,54	9,31	10,96	6,09	13,34	3,92	3,15
	Fa	5,56	3,83	7,55	8,57	4,90	4,69	3,88
	Ca_2SiO_4	—	2,53	12,34	13,33	12,86	—	—
	Ma	0,70	0,23	1,39	2,09	5,80	0,93	3,94
	Ilm	4,71	4,10	2,43	3,04	3,65	4,56	4,71
	Ap	1,01	2,02	2,02	2,69	3,02	2,02	2,02
	Py	—	—	—	—	0,12	—	—
	Ca	—	—	0,50	—	—	0,70	—

F11(12) : Éléments mineurs compris dans le total : Cl = 0,06 ; F = tr. ; BaO = 0,08 ; SrO = 0,43.
Teneurs en oligoéléments en ppm : Rb = 85 ; Li = 5 ; Ba = 2200 ; Sr = 8000 ; Cr = 450 ; Co = 85 ; Ni = 100 ; Zr = 1000 ; La ⟨ 30 ; Y = 60 ; Cu = 60 ⟩ V = 650 ; Ga = 45 ; Pb ⟨ 10 ; Sc = 10 ; Ag = 1.

Paramètres Magmatiques.

F12(15) : Kivitoïde doléritique du flanc est du « Lac Vert » III.6'.3(4).3' [1(2).2.(3).2.2'].
F12(14) : « Leucitenéphélinite » du flanc Est du « Lac Vert » III.(6)7.'4.'4 [1'.2'.2(3).2].
F12(13) : Leucitenéphélinite limburgitique du flanc Est du « Lac Vert » III.7'.3.(3)4 [1'.3(4).'3.2(3)].
F11(11) : Mélélitite leucitique sous les hyalotufs du « Lac Vert » 'III.8.2(3).3 [(1)2.(4)5.3.3].
F11(12) : Mélilitite du Lwabikari (« Lac Vert ») III'.7'.3.3(4) ['2.'4.'3.2'].
F11(13) : Cendre au Nord du « Lac Vert » 'III.'7.2.3(4) [(1)2.2.2(3).3].
F11(10) : Cendre de couverture du « Lac Vert » (11)III.7(8).2(3).(3)4 [2.2.2'.3'].

Source : MNHN, Paris

TABLEAU V.3 : Bulengo, Tshegera, Kirunga I, Nyarutshiru.

	F12(7)	F11(20)	F12(6)	F12(8)
SiO_2	47,28	39,74	40,28	37,32
Al_2O_3	18,45	12,60	15,25	16,10
Fe_2O_3	tr.	4,92	4,49	2,05
FeO	6,53	7,48	6,83	6,66
MnO	0,24	0,20	0,30	0,32
MgO	4,06	9,56	3,52	4,78
CaO	10,19	14,99	13,74	15,68
Na_2O	6,73	2,80	6,56	6,05
K_2O	2,44	2,60	5,12	4,88
TiO_2	1,35	3,32	1,56	2,16
P_2O_5	1,04	0,56	1,18	1,39
H_2O^+	1,85	0,66	0,70	1,46
H_2O^-	0,21	0,07	0,34	0,42
CO_2	—	0,44	—	—
	100,37	100,29	99,87	99,27

Compositions virtuelles.

		F12(7)	F11(20)	F12(6)	F12(8)
	Or	14,46	—	—	—
	Ab	8,38	—	—	—
	An	12,79	14,18	—	2,22
	Né	26,41	12,78	27,26	27,83
	Lc	—	12,21	23,54	21,36
	Kl	—	—	—	0,95
	Aeg	—	—	4,62	—
D	$CaSiO_3$	13,11	14,21	4,52	—
D	Mg—	6,80	10,70	2,30	—
D	Fe—	5,94	2,04	2,11	—
	Fo	2,38	9,24	4,55	8,40
	Fa	3,26	1,99	4,59	5,81
	Ca_2SiO_4	—	6,40	15,48	20,55
	Ma	—	7,19	4,18	3,02
	Ilm	2,58	6,23	3,04	4,10
	Ap	2,35	1,85	2,69	3,36
	Ca	—	1,00	—	—

Paramètres Magmatiques.

F12(7) : « Leucitite », Bulengo II(III).'7.2.4 [1'.'2.'3.3].
F11(20) : « Leucitenéphélinite », Tshegera III(IV).(7)8.'3.3(4) [2.(2)3.(2)3.2].
F12(6) : Mélilitite, Kirunga IIII.9.1.(3)4. ['2.(3)4.3.3'(4)].
F12(8) : Mélilitite, Nyarutshiru III.9.1.(3)4 ['2.5.3.3].

Source : MNHN, Paris

TABLEAU V.4 : Mont Goma.

	F11(3)	F14(12)	F14(15)	F11(2)	F14(1)
SiO_2	36,27	38,86	43,26	37,70	38,58
Al_2O_3	18,01	14,27	13,60	13,83	12,89
Fe_2O_3	4,04	6,31	6,75	4,27	6,58
FeO	9,62	6,54	8,01	7,09	6,43
MnO	0,30	0,27	0,28	0,26	0,26
MgO	4,82	4,63	4,13	5,41	5,54
CaO	12,47	12,83	13,16	15,02	15,15
Na_2O	5,36	4,24	4,05	4,50	4,18
K_2O	3,62	3,90	2,83	4,92	3,18
TiO_2	3,20	3,00	2,33	3,18	2,40
P_2O_5	0,75	1,56	0,61	1,86	0,80
H_2O^+	0,02	1,10	0,56	1,22	0,27
H_2O^-	0,48	0,58	0,46	0,61	1,74
CO_2	0,55	1,19	n.d.	0,12	1,49
	99,51	99,28	100,03	99,99	99,60

Compositions virtuelles.

	Or	—	4,3	16,7	—	—
	Ab	—	—	0,6	—	—
	An	14,18	8,3	10,5	2,78	7,4
	Né	24,71	19,4	18,3	20,73	18,7
	Lc	16,57	14,7	—	22,67	14,8
	Th	—	—	—	—	0,2
D	$CaSiO_3$	1,28	15,5	17,0	7,19	17,0
D	Mg—	0,65	11,6	10,3	4,90	12,7
D	Fe—	0,53	2,3	5,8	1,72	2,6
	W	—	0,3	4,2	—	—
	Fo	7,98	—	—	6,02	0,8
	Fa	6,94	—	—	2,34	0,2
	Ca_2SiO_4	11,01	—	—	12,99	3,8
	Ma	5,80	9,1	9,8	6,26	9,5
	Ilm	6,08	5,7	4,4	6,08	4,6
	Ap	2,02	3,7	1,4	4,37	1,9
	Ca	1,30	2,7	—	0,20	3.4

Paramètres Magmatiques.

F11(3) : Albanite néphélinique passant à mélilitite 'III.8.2.4 [2.'5.(2)3.3].
F14(12) : Albanite néphélinique III.8.2.3(4) [2'.1.3.3].
F14(15) : Basanite leucitique III.(6)7.2.'4 [2.1.3.3].
F11(2) : Leucitinéphélinite mélilitique III.9.1'.3' [2.3(4).3.'3].
F14(1) : Etindite III'.8'.2.'4 [2.(1)2.3.'3].

Source MNHN, Paris

Tableau V.5 : Mont Goma (suite).

	F14(6)	F14(7)	F14(9)	F14(10)
SiO_2	37,95	41,52	39,11	38,68
Al_2O_3	11,56	8,85	13,84	14,29
Fe_2O_3	8,50	6,83	3,90	7,59
FeO	8,16	8,95	11,39	5,75
MnO	0,19	0,18	0,28	0,27
MgO	4,50	7,51	4,27	4,54
CaO	13,82	15,26	12,44	12,76
Na_2O	3,60	2,69	4,50	5,05
K_2O	3,96	2,54	4,67	2,78
TiO_2	2,73	3,00	2,90	3,20
P_2O_5	2,22	1,26	1,52	1,56
H_2O+	0,56	0,46	0,09	1,66
H_2O-	1,30	0,32	0,12	0,76
CO_2	0,36	0,04	1,17	1,68
	99,70	99,65	100,20	100,57

Compositions virtuelles.

	Or	2,5	3,6	—	16,5
	Ab	—	—	—	1,1
	An	4,6	5,4	3,7	8,1
	Né	15,5	11,5	20,6	22,5
	Lc	16,4	8,9	21,7	—
	Th	0,5	0,4	—	—
D	$CaSiO_3$	16,4	25,8	11,9	13,2
D	Mg—	11,2	17,9	5,2	11,3
D	Fe—	3,8	5,8	6,6	—
	W	3,5	—	—	1,2
	Fo	—	0,7	3,8	—
	Fa	—	0,2	5,4	—
	Ca_2SiO_4	—	—	3,8	—
	Ma	12,3	9,9	5,6	10,1
	Ilm	5,2	5,7	5,5	6,1
	Hém	—	—	—	0,6
	Ap	5,2	3,0	3,6	3,7
	Cn	0,8	0,1	2,7	3,8

Paramètres Magmatiques.

F14(6) : Albanite néphélinique III(IV).3'.'2.3' [2'.1.3.3].
F14(7) : Ankaratrite sodipotassique IV.8.2.3(4) [2.1.3.(2)3].
F14(9) : Albanite néphélinique III.'9.1(2).3' [2.2(3).'3.3(4)].
F14(10) : Basanite leucitique III.7.2.4 [(2)3.1.3.'3].

Source : MNHN, Paris

Conclusions.

Le diagramme Ls-Fs-Qs (fig. 40) montre un groupement des enclaves et laves associées aux hyalotufs, principalement dans le triangle o-k-né des roches feldspathoïdiques sans feldspaths, mais il y a un décalage vers le haut du triangle k-f-né, des kivites et limburgites et, seul, le basalte alcalin β' du Nzuru, si peu normal dans le contexte volcanologique, occupe le triangle p-k-f.

Le diagramme *k-cm* (fig. 41) montre que toutes ces laves sont plus calciques que magnésiennes et, d'autre part, qu'elles sont le plus souvent plus sodiques que potassiques, à l'exception spectaculaire du petit cône de scorie F11(15) écrasé entre le Kabazana oriental et la coulée du Rumoka ; cette lave est au moins deux fois plus potassique que sodique.

Source : MNHN, Paris

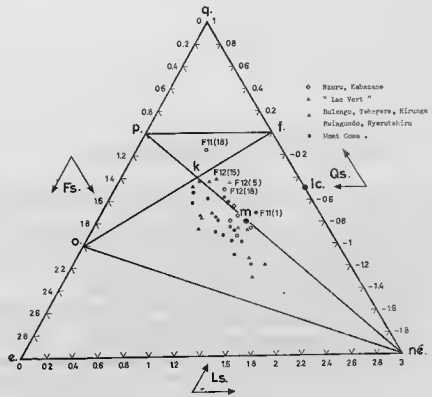


FIG. 40. — Diagramme Ls-Fs-Qs des enclaves et laves associées aux hyalotufs.

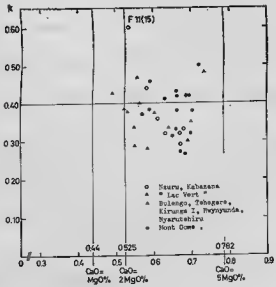


FIG. 41. — Diagramme *k-em* des enclaves et des laves associées aux hyalotufs.

Source MNHN, Paris

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

La bande côtière au Nord du lac Kivu comporte plusieurs entités volcaniques et lithologiques. D'Ouest en Est, on peut distinguer :

1) Les coulées du Tshambene (1938-1940) formées de kivites ou de kivitoïdes ;

2) les coulées du Nahimbi (1904) et du Rumoka (1912), plus basiques semble-t-il et comprenant des ankaratrites limburgitiques ou basanitiques et des basanitoïdes ;

3) les coulées du Muhuboli et du Gituro (1948) formées de kivites.

1) et 3) sont, sans discussion, des laves issues de la caldère ou de la colonne de lave du Nyamuragira. Mais en 2), elles ont un caractère assez différent des précédentes ; ces coulées pourraient être issues d'un foyer latéral sans connexion directe avec celui du Nyamuragira.

4) toutes les grandes coulées régionales de Nyiragongo, composées essentiellement de laves, souvent mélilitiques, appartenant à la famille des Niligongites, voire, moins fréquemment, à celle des Ijolites ;

5) des laves ultrabasiques (rushayites, ankaratrites, picrites) ; on les trouve dans les volcans de la chaîne du Rushayo et dans ceux du Bugamba et du Muja. Ces volcans, plus anciens que 4), semblent jalonner des failles très profondes du soubassement cristallin et avoir d'autres sources que celle des laves habituelles du Nyiragongo ;

6) les cônes et cratères anciens d'hyalotufs, antérieurs aux grandes coulées du Nyiragongo 4) ; ils sont presque tous situés tout à proximité du rivage du lac ; ils sont les témoins de l'ancienne crue des eaux. Ils renferment des minéraux intratelluriques et des enclaves laviques qui les apparentent presque tous aux magmas nyiragongiens ; ou bien, tout à l'Ouest, dans le groupe du Nzuru-Kahazana, ils témoignent d'un mélange d'influence des magmas du Nyamuragira et des magmas du Nyiragongo ;

7) enfin, le mont Goma, également formé d'hyalotufs, et d'origine nyiragongienne ; il se détache assez à l'Est des autres volcans d'hyalotufs et semble assez complexe, son cratère principal étant encore immergé ;

8) reste à signaler une faible et brève activité volcanique, postérieure à leur émersion, des volcans Nzuru et Goma, c'est-à-dire aux deux extrémités de l'ensemble des cônes d'hyalotufs.

Ce résumé très rapide des principales phases dont a été le siège le glacis des deux volcans actifs du Kivu nous rappelle, et leur diversité, et les conditions variables de leur formation.

Nous avons assisté rétrospectivement à l'antagonisme de deux phénomènes géologiques essentiels, celui du feu et celui de l'eau.

Peu de régions semblent offrir un tel raccourci temporo-spatial de ces vicissitudes et c'est pourquoi il nous a semblé digne d'une description quelque peu détaillée.

Centre de volcanologie
de l'Université de Bruxelles, mars 1974.

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE

Bowen, N. L., (1938). — Lavas of the African Rift Valleys and their tectonic setting. *Amer. J. Sc.*, 5e sér., vol. 35A, n° 210, pp. 19-33.

Cahen, L. (1954). — Géologie du Congo belge. Liège, 577 pp.

Centre national de volcanologie (Belgique (1960 à 1965). — 36 publications : voir nos 1, 3, 4 à 8, 10 à 12, 15 à 20, 23, 27, 32 et 35.

Corin, F. et Sluys, M. (1956). — Les couches de Panzi. *Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr.*, t. LXV, pp. 321-329.

Delhaye, F. (1941). — Les volcans du Nord du lac Kivu. *Bull Institut roy. colonial belge*, t. XII, 3, pp. 409-459.

Denaeyer, M.-E. (1954). — Les anciens volcans sous-lacustres de la bordure Nord du lac Kivu. *Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr.*, t. 63, pp. 280-292, 1 fig., 4 photos.

Denaeyer, M.-E. (1955). — Lignes structurales et éruptions récentes des Virunga. *C.R. Somm. Soc. géol. de France*, n° 5, pp. 61-64.

Denaeyer, M.-E. (1957). — Résultats préliminaires d'une mission volcanologique au Congo belge (1956). *Bull. Acad. roy. Sc. coloniales*, Bruxelles, N.S., III, 3, pp. 659-684, 4 fig.

Denaeyer, M.-E. (1960). — Composition de la lave actuelle du Nyiragongo et de quelques laves similaires de ce volcans. *Bull. Acad. roy. Sc. Outre-Mer*, N.S., t. VI, fasc. 6, pp. 999-1013.

Denaeyer, M.-E. (1961). — Atlas général du Congo, Notice et carte volcanologique en couleur au 1 : 5 000 000e, 5 cartouches *Acad. roy. Sc. Outre-Mer*, index n° 373, 16 pp. in-4° carré.

Denaeyer, M.-E. (1963). — Les hyaloclastites de la rive Nord du lac Kivu (Congo). *Bull. volcanologique*, Naples, t. 25, pp. 201-215, 3 pl. fig. et microphotos, 5 tableaux.

Denaeyer, M.-E. (1965 a). — Exemples de concordance entre tectonique profonde et volcanisme, au Nord du Lac Kivu. *Bull. Acad. roy. Sc. Outre-Mer*, Bruxelles, fasc. 6, pp. 1574-1578, 1 carte h.t.

Denaeyer, M.-E. (1965 b). — La rushayite, lave ultrabasique nouvelle du Nyiragongo (Virunga, Afrique centrale). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 261, groupe 9, pp. 2119-2122.

Denaeyer, M.-E. (1966). — La rusbayite, homologue sodique de la katungite, lave nouvelle du Nyiragongo (Kivu, Afrique centrale). *Bull. Soc. Franç. Minér. et Cristallogr.*, t. LXXXIX, pp. 107-119, 7 fig., 10 tabl.

Denaeyer, M.-E. (1969). — Nouvelles données lithologiques sur les volcans actifs des Virunga (Afrique centrale). *Bull. volcanologique*, Naples, t. XXXIII, 4, pp. 1128-1144, 4 fig.

Denaeyer, M.-E. (1972). — Les laves du fossé tectonique de l'Afrique centrale. I. Supplément au Recueil d'analyses de 1965 ; II. Magmatologie ; III. Magmatogenèse. Nombreuses figures et diagrammes. *Ann. du Musée roy. d'Afrique centrale*, Tervuren, Belgique, sér. in-8°, sc. géologiques, n° 72.

Denaeyer, M.-E. (1973). — L'éruption du volcan Rugarama en 1971 et ses produits (Nyamuragira, Kivu). *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 96, pp. 91-103.

Denaeyer, M.-E. et Hart, H. (1954). — Mission géologique de l'Office des cités africaines (1952). *Institut roy. colonial belge. Mém. in-8°*, t. X, fasc. 4, 228 pp. 5 fig., 13 diagr., 37 photos, 1 carte h.t.

Denaeyer, M.-E., Naessens, G. et Wollast, R. (1971). — Spinelle chromifère, pérowskite et titanomagoétite de quelques laves ultra-basiques du Kivu (Rép. dém. du Congo). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 272, série D, p. 1565, 3 fig.

Source : MNHN, Paris

DENAEYER, M.-E., SCHELLINCK, Fl. et COPPEZ, A. (1965). — Recuiel d'analyses des laves du fossé tectonique de l'Afrique centrale (Kivu, Rwanda, Toro-Ankole). *Annales du Musée roy. de L'Afrique centrale*, Tervuren, Belgique, sér. in-8°, sc. géologiques, nº 49, 234 pp., 14 fig.

DENAEYER, M.-E. et VAN WALLENDAEL, M. (1964). — Les enclaves énallogènes du Nyiragongo et du Nyimuragira (Kivu). Note préliminaire. *Bull. Acad. roy. Sc. Outre-Mer*, Bruxelles, N.S., VII, 3, pp. 460-467, 1 fig.

EVRARD, P. et JONES, L. (1963). — Étude gravimétrique du graben de l'Afrique centrale. La région des volcans Nyiragongo et Nyamuragira. *Mém. Acad. roy. Sc. Outre-Mer*, Cl. Sc. techn., Bruxelles, N.S., t. XV, fasc. 5, 71 pp., 11 fig., 1 carte au 1 : 50 000e, 2 calques, Publ. nº 23 du *Centre National de volcanologie* (Belgique), Ministère de l'Éducation nationale et de la culture.

FERMOR, L. (1928). — On the composition and nomenclature of Chlorophacite and Palagonite and on the Chlorophacite series. *Rec. Geol. Surv. India*, t. 10, pp. 411-430.

FERMOR, L. (1931). — A further Note on Chlorophacite and Palagonite. *Geol. Mag.*, t. 68, pp. 266-274.

FINCKH, L. (1912). — Die jungvulkanischen Gesteine des Kivusee-Gebietes. Wiss. Ergebn. Deutsch Zentralafrika Exped. 1907-1908. Leipzig, Bd. 1, 44 pp.

HAY, R. L. and IJIMA, A. (1948). — Nature and origin of palagonite tuffs of the Honolulu Group on Oahu, Hawaï. *The Geol. Soc. of Amer.*, Mem. 116 : Studies in Volcanology, pp. 331-376.

HIGAZI, R.A. (1954). — Trace elements of volcanic ultrabasic potassic rocks of southwestern Uganda and adjoining part of Belgian Congo. *Bull Geol. Soc. Amer.*, vol. 65, pp. 39-70.

HONNOREZ, J. (1966). — Contribution à l'étude géologique et pétrographique de l'Archipel des Selvagens. *Mém. Acad. roy. Sc. Outre-Mer*, Bruxelles, N.S., 16, 44 pp., 4 pl. ph.

HOLMES, A. (1937). — The Petrology of katungite. *Geol. Mag.*, 74, pp. 200-219.

HOLMES, A. and HARWOOD, H. F. (1936). — The petrology of the volcanic field of Bufumbira, South-West Uganda. *Geol. Surv. Uganda*, Mem. III ; part II, 300 pp.

HOPPE, H. J. (1941). — Untersuchungen an Palagonittuffen und über ihre Bildungsbedingungen. *Chemie der Erde*, t. 13, pp. 384-514.

LACROIX, A. (1910). — Minéralogie de la France, t. IV, p. 300, fig. 3.

LACROIX, A. (1923). — Minéralogie de Madagascar, Paris, t. III, 437 pp.

LACROIX, A. (1933). — Classification des roches éruptives. Lab. Minéralogie du Muséum nat. d'Histoire naturelle, Paris.

MEYER, A. (1953). — Le volcan Nyamuragira et son éruption de 1951-1952. *Bull. Inst. roy. colonial belge*, t. XXIV, pp. 233-287, 5 fig., 10 photos.

MEYER, A. (1955). — Aperçu historique de l'exploration et de l'étude des régions volcaniques du Kivu. *Exploration du Parc National Albert*, Mission d'études volcanologiques, fasc. 1, *Institut des Parcs nationaux du Congo belge*, 31 pp., 5 pl. photos.

NIGGLI, P. (1927). — Zur Deutung der Eruptivegesteinanalysen auf Grund der Molekularwerte. *Bull. suisse de Minér. et de Pétrogr.*, Zürich, Bd. VII, pp. 116-131.

PEACOCK, M. A. (1926). — The volcano-glacial palagonite formation of Iceland. *Geol. Mag.*, t. 63, pp. 385-399.

POUCLET, A. (1973). — L'éruption du Nyamuragira de mars à mai 1971. Cône et coulées du Rugarama. *Institut pour la recherche scientifique en Afrique centrale*. Dépt. de Géologie-volcanisme, publ. spéc. nº 1.

POUCLET, A. (1973 a). — Contribution à la connaissance du volcan Nyiragongo (rift Ouest-africain). Les éruptions intra-cratérales de juillet 1971 à avril 1972. *Bull. volcanologique*, t. 37-1, pp. 37-72.

POUCLET, A. et VILLENEUVE, M. (1972). — L'éruption du Rugarama (mars-mai 1971) au volcan Nyamuragira (Rép. du Zaïre).*Bull. volcanologique*, Naples, 36, pp. 200-221.

RAMMOHANROY NAYADU, Y. (1964). — Palagonite tuffs (hyaloclastites) and the products of post-eruptive processes. *Bull. volcanologique*, Naples, 27, 20 pp.

RITTMANN, A. (1958). — Il meccanismo di formazione delle lave a pillows e dei cosidetti tufi palagonitici. *Boll. Acad. Gioenia Sc. nat.*, Catania, ser. IV, 4, 6, p. 311.

SAHAMA, Th. G. et MEYER, A. (1958). — Study of the volcano Nyiragongo, a progress report. Exploration du Parc National Albert, Mission d'études volcanologiques, fasc. 2, *Institut des Parcs nationaux du Congo belge*, 85 pp., 5 fig., 8 tabl., 1 carte h.-t., 3 pl. photos.

Source : MNHN, Paris

TAZIEFF, H. (1951). — L'éruption du volcan Gituro (Kivu, Congo belge) de mars à juillet 1948. *Serv. géol. du Congo belge et du Ruanda-Urundi*, Mém., nº 1, 1950, 158 pp., 30 fig., 22 pl. photos, 2 tabl. dépliants h.-t.

TAZIEFF, H. (1968). — Sur le mécanisme des éruptions sous-marines à faibles profondeurs et la genèse des hyaloclastites associées. *Geol. Rdsch.*, 57, pp. 956-966.

TAZIEFF, H., MARTINELLI, G., BARBIERI, E. et VARET, J. (1969). — Géologie de l'Afar septentrional. Première expédition du CNRS-France et du CNR-Italie (décembre 1967-février 1968). *Bull. volcanologique*, Naples, 33-34, pp. 1038-1072.

THONNARD, R. L. G. et DENAEYER, M.-E. (1965). — Carte volcanologique des Virunga (Afrique centrale). Feuille nº 1 : Groupe occidental. Introduction générale et Notice explicative de la feuille nº 1, Carte en 20 couleurs à l'échelle du 1 : 50 000e. *Centre National de Volcanologie*, publication nº 32, Ministère de l'Éducation nationale et de la culture, Bruxelles. Presses de l'Institut géographique militaire, La Cambre. Notice de 14 pp., carte de 83 × 117 cm.

VERHOOGEN, J. (1948). — Les éruptions de 1938-1940 du volcan Nyamuragira (Exploration du Parc National Albert). Missions J. Verhoogen (1938-1940), *Institut des Parcs nationaux du Congo belge*, fasc. 1, 187 pp. 12 fig., 27 pl. photos.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

PHOTOGRAPHIES

PHOTO 1. — Laves cordées disloquées en grandes dalles de l'éruption du Tshambene (1938-1940). A l'arrière-plan, plus sombre, coulée du Nahimbi (éruption 1904-1905) et, à l'horizon, la silhouette du Nyiragongo, flanquée, à droite, du cratère du Shalieru et, à gauche, de celui du Baruta.

PHOTO 2. — Coulées de laves et cendres volcaniques superposées. De haut en bas : coulée du Mububoli (1948) ; lave du Tshambene (1938-1940) ; lave du Nahimbi (1904-1905) recouverte de cendres du Rumoka (1912-1913). Vue prise du km 184,400 de la route Sake-Goma. Ce cliché montre encore le peuplement végétal des laves du Tshambene en 1952.

Source : MNHN, Paris

PHOTO 3. — Cheire du Rumoka (1912-1913) couverte de lichens et, à l'arrière-plan, de végétation arbustive. État en 1952.

PHOTO 4. — Le massif du Rumoka (1912-1913) et, au milieu de la photo, la coulée du Gituro (1948) traversant la route Sake-Goma à hauteur du km 190. A l'arrière-plan : silhouette du Shove. Vue prise du sommet du Nyamutsibu (« Lac Vert ») en 1954.

Source : MNHN, Paris

PHOTO 5. — Le Bushihu vu du Nyamutsibu (« Lac Vert »). A l'arrière-plan, on distingue la longue coulée noire du Cituro (1948) et, au fond, la silhouette du Rumoka (1912-1913).

PHOTO 6. — Le Kashaka vu du Nyamutsibu (« Lac Vert »). A l'arrière-plan, silhouette du Nyiragongo.

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

PHOTO 7. — Cônelet de scories (« hornito ») de 7 à 8 m de hauteur, sur la piste partant de la route, au Nord de Buheno, vers le Rushayo, à environ 20 minutes de marche. Ce cônelet a une cheminée de 2 m de diamètre débouchant au sommet et d'environ 10 m de profondeur.

PHOTO 8. — Le Rushayo.

Source : MNHN, Paris

PHOTO 9. — À l'avant plan, à droite, le Buymba. Au second plan, le massif du Muja. À l'arrière-plan, volcans Kibati et Mudjoga et silhouette du Nyiragongo. Le tout vu du Nyarutshiru.

PHOTO 10. — Le volcan Nzuru et sa corne orientale. A l'avant-plan, lave du Rumoka ; à l'arrière-plan, le lac Kivu et la presqu'île de Mbuzi.

Source : MNHN, Paris

PHOTO 11. — Falaise du volcan Nzuru. A l'avant-plan, lave du Rumoka.

PHOTO 12. — Lave du Rumoka déferlant sur le flanc nord du Kibiriga.

Source : MNHN, Paris

PHOTO 13. — Le Kabazana oriental à droite, vu du Nyamutsibu (« Lac Vert »). Au fond : presqu'île de Mbuzi et les monts Mitumba.

PHOTO 14. — Le « Lac Vert ». Vue du Lwabikari et de la falaise d'hyalotuf du Nyamutsibu.

Source : MNHN, Paris

PHOTO 15. — Hyalotufs stratifiés de la paroi sud du « Lac Vert » (Lwabikari).

PHOTO 16. — Le volcan Kirunga et sa mare.

Source : MNHN, Paris

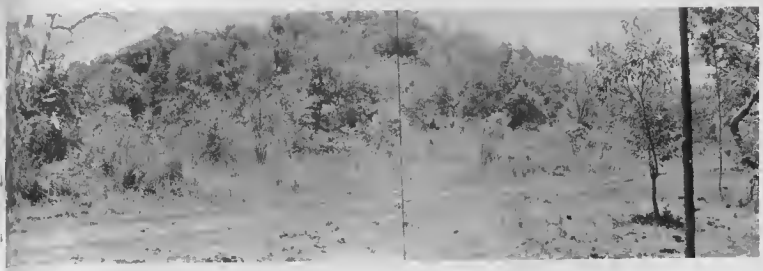


PHOTO 17. — Le petit volcan de scories Kirunga II.

PHOTO 18. — « Hornito » au voisinage du volcan Kirunga II.

MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

Photo 19. — Volcans Nyabyunyu, Rwinyunda et Byumba. Sur la rive du lac : volcan Kirunga I.

Photo 20. — Le volcan Nyarutshiru.

Source : MNHN, Paris

PHOTO 21. — Falaise de laves anciennes sous les tufs. Route de la corniche, baie de l'Orteil (mont Goma). Photo A. MEYER (1957).

PHOTO 22. — Discordance intraformationnelle déterminée par la chute de bombes dans les tufs de la route de la corniche, baie de l'Orteil (mont Goma). Photo A. MEYER (1957).

Fon. DU MUSE. N PARIS

Source : MNHN, Paris

Photo 23. — Enclaves de laves anciennes dans les tufs de la route de la corniche, baie de l'Orteil (mont Goma). Photo A. Meyer (1957).

Photo 24. — Discordance entre les tufs de la première et de la seconde série sur la route montant au point de vue (mont Goma). Photo A. Meyer (1957).

Source : MNHN, Paris

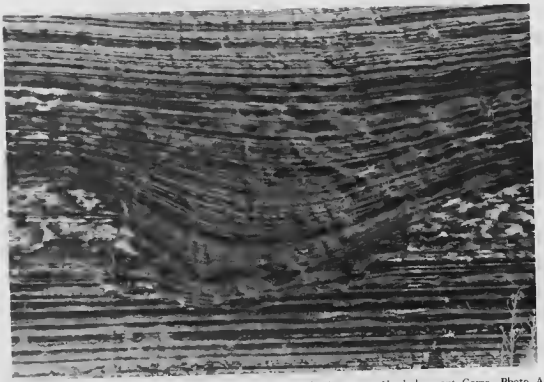


PHOTO 25. — Ravinement dans les cendres en bordure de la route Sake-Goma, au Nord du mont Goma. Photo A. MEYER (1957).

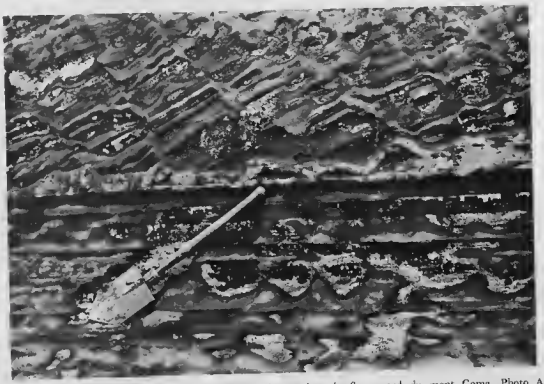


PHOTO 26. — Glissement sous-aquatique (« slumping ») dans les cendres du flanc nord du mont Goma. Photo A. MEYER (1957).

Source : MNHN, Paris

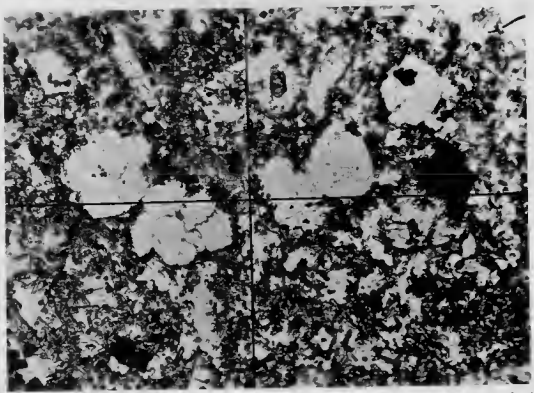
PHOTO 27. — Petite coulée de lave récente reposant sur les tufs, derrière le guichet du port de Goma.

PHOTO 28. — Couloir d'érosion dans les hyalotufs, dit « faille de Goma », débouchant sur la baie des Byungu. Photo E. GOURDINNE.

Source : MNHN, Paris

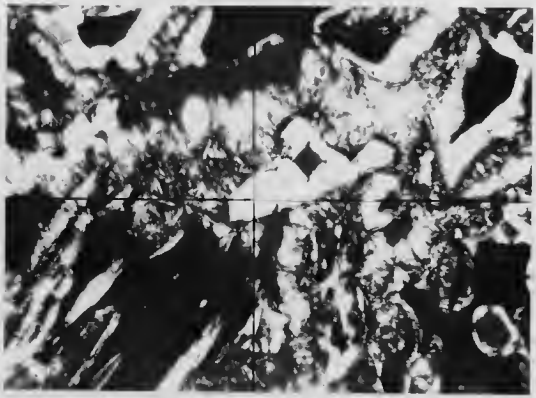
MICROPHOTOGRAPHIES

Microphoto 1. — Rushayite du volcan Gatwe. Dn 56.52[3]. Phénocristaux d'olivine ; pâte microlithique de mélilite. Lum. nat.

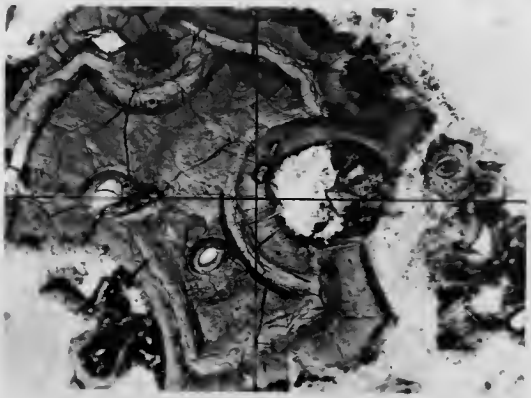


Microphoto 2. — Enclave du volcan Nzuru. Dn 54.161[3]. Leucite néphélinique à cristaux glomérophyriques de leucite et pâte riche en néphéline. Lum. nat.

Source : MNHN, Paris



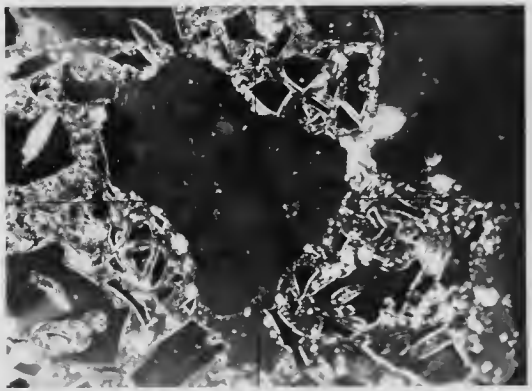
Microphoto 3. — Hyalotuf du volcan Kibiriga. Dn 54.133. Palagonite et gangue de zéolite (natrolite). Nicols croisés. Gross. 110.



Microphoto 4. — Hyalotuf du volcan Kibiriga. Dn 54.133. Lapilli lézardé de sidéromélane, bordé de palagonite et de fibro-palagonite. Lum. nat. Gross. 110.

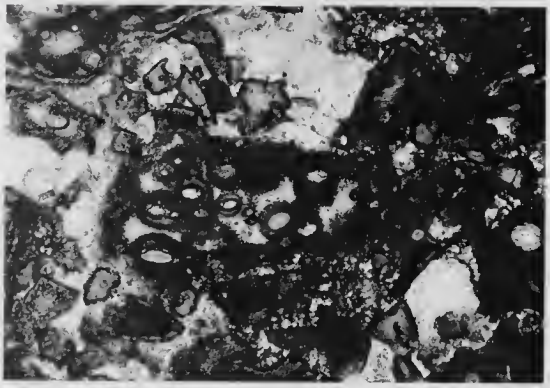
Source : MNHN, Paris

Microphoto 5. — Kabazana oriental Dn 54.110[8]. Vacuoles cerclées d'un liseré de fibropalagonite et tapissées au centre, de calcite et de natrolite sphérolitique. Lum. nat. Gross. 195.

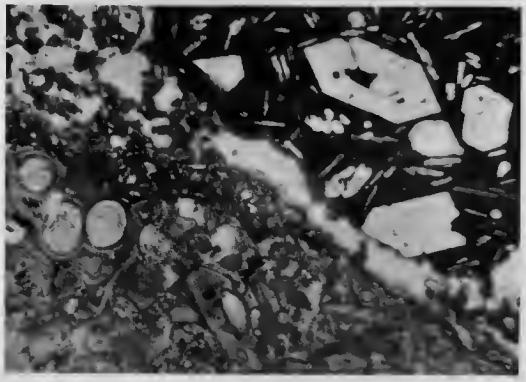


Microphoto 6. — Kabazana occidental. Dn 54.124[8]. Enclave de leucite glomérophyrique dans hyalotuf palagonitisé. Nicols croisés. Gross. 66.

Source : MNHN, Paris

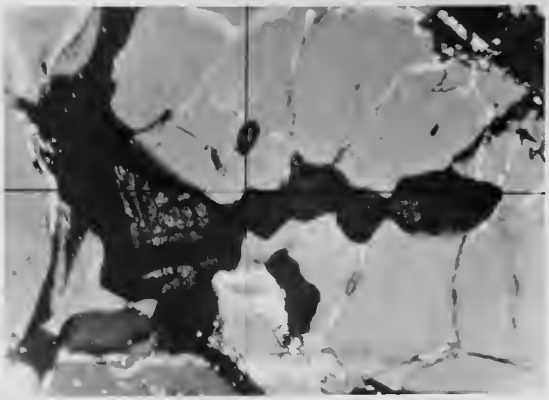


Microphoto 7. — « Lac Vert », km 192,200. Dn 54.145[11]. Hyalotuf du talus de l'ancienne route. Vacuoles bordées de globules indéterminés.



Microphoto 8. — « Lac Vert », paroi N-W du Kakombe. Dn 54.171[3]. En bas, hyalotuf soudé ou englobant, en haut, une enclave de mélilitite riche en olivine. Lum. nat. Gross. 65.

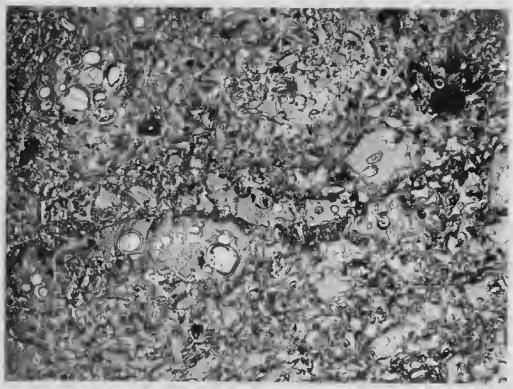
Source : MNHN, Paris



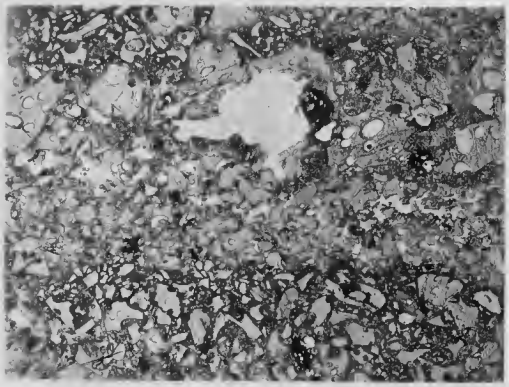
Microphoto 9. — « Lac Vert », paroi N-W du Kakombe. Dn 54.59. Grand cristal en chapelet de pérowskite maclée dans un grand cristal de néphéline à craquelures tapissés de calcite ou d'aragonite. Lum. nat. Gross. 110.

Microphoto 10. — « Lac Vert », talus du km 192,200 de l'ancienne route. Dn 54.145[148]. Groupement radiaire d'augite dans leucitenéphélinite. Lum. nat. Gross. 110.

Source : MNHN, Paris



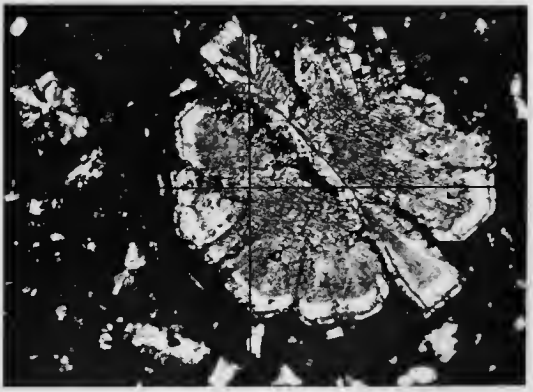
Microphoto 11. — Volcan Kirunga I. Dn 54.52. Hyalotuf palagonitisé à structure vitreuse clastique. Lum. nat. Gross. 22.



Microphoto 12. — Nyabyunyu. Dn 54.98. Hyalotuf lité. Lum. nat. Gross. 22.

Source : MNHN, Paris

Microphoto 13. — Volcan Nyarutshiru. Dn 54.95. Hyalotuf montrant le liseré de palagonite autour des fragments vitreux. Lum. nat. Gross. 195.



Microphoto 14. — Enclave du Nyarutshiru. Dn 54.96. Assemblage cristallin de mélilite dans mélilitite. Nicols croisés. Gross. 110.

LABL DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

Microphoto 15. — Baie des Byungu (mont Coma). Dn 54.165. Hyalotuf. Remarquer en haut et à droite un lapilli chargé de minerai opaque, à structure fluidale et en haut au milieu, un cristal intratellurique d'augite. Lum. nat. Gross. 44.

Source : MNHN, Paris

IMPRIMERIE NATIONALE

4 564 025 6

Source: MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source MNHN, Paris

E4 SEPT. 1975

ÉDITIONS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

En vente à la Bibliothèque centrale du Muséum,
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris
C.C.P. : Paris 9062-62

Annuaire du Muséum national d'Histoire naturelle (paraît depuis 1939).

Archives du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1802. In-4°, sans périodicité).

Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1895 ; 6 numéros par an).

Grands naturalistes français (depuis 1952. Sans périodicité).

Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1936. Depuis 1950, nouvelle série en 3 (puis 4) parties : A. Zoologie ; B. Botanique ; C. Sciences de la terre ; D. Sciences physico-chimiques. Sans périodicité).

Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient (depuis 1933. In-4°, sans périodicité).

Publications du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1933. Sans périodicité).

PUBLICATIONS DES LABORATOIRES DU MUSÉUM

En vente à l'adresse de chaque laboratoire

Bulletin du Laboratoire maritime de Dinard (Ille-et-Vilaine). Depuis 1928.

Objets et Mondes. La revue du Musée de l'Homme. Directeur : M. J. Millot, Palais de Chaillot, 75116 Paris ; depuis 1961 ; trimestriel.

Mammalia. Morphologie, Biologie, Systématique des Mammifères. Directeur : M. J. Dorst, Laboratoire de Zoologie des Mammifères, 55, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1936 ; trimestriel.

Index Seminum Horti parisiensis. Service des Cultures, 61, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1822 ; échange.

Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliquée, suite de *Revue internationale de Botanique appliquée et d'Agriculture coloniale,* depuis 1954. Laboratoire d'ethnobotanique, 57, rue Cuvier, 75005 Paris.

Adansonia (suite aux *Notulae Systematicae*). Directeur : M. A. Aubréville, Laboratoire de Phanérogamie, 16, rue Buffon, 75005 Paris ; sans périodicité.

Revue Algologique. Directeur : M. R. Lami, Laboratoire de Cryptogamie, 12, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1924.

Revue Bryologique et Lichénologique. Directeur : M^me^ V. Allorge, Laboratoire de Cryptogamie ; depuis 1874.

Revue de Mycologie. Directeur : M. Roger Heim, Laboratoire de Cryptogamie ; depuis 1928.

Cahiers de La Maboké. Directeur : M. Roger Heim, Laboratoire de Cryptogamie, 12, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1963.

Pollen et Spores. Directeur : M^me^ Van Campo, Laboratoire de Palynologie, 61, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1959 ; semestriel.

Source MNHN, Paris